

NN31042.17

Interne Mededeling nr. 17

HYDROLOGISCH ONDERZOEK RUURLO

De GHG's en GLG's van "natter deel"
en "droger deel" bij de Gt's III en V
in open zandgronden

Door: G. Ebbers
en
Ing. C. Hamming



STICHTING VOOR BODEMKARTERING
WAGENINGEN

Stichting voor Bodemkartering
Wageningen april 1978

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Interne Mededeling 17

HYDROLOGISCH ONDERZOEK RUURLO

De GHG's en GLG's van "natter deel" en "droger deel"
bij de Gt's III en V in open zandgronden.

door: G. Ebbers en Ing. C. Hamming

De serie Interne Mededelingen heeft tot doel de interne communicatie te bevorderen. In principe wordt zij niet verspreid buiten de Stichting voor Bodemkartering.

De inhoud kan uiteenlopen van louter feitenmateriaal tot samenvattende conclusies, maar zal vrijwel steeds van voorlopige aard zijn. Er mag dan ook niet uit deze serie geciteerd worden zonder toestemming van auteurs en directie.

1757579

Voorwoord	3 [^]
1. Inleiding	4
2. Verzamelen en vastleggen van gegevens	6
2.1 Verzamelen	
2.2 Vastleggen van de continu-opnamen	
2.3 Vastleggen van de wekelijkse opnamen	
3. De neerslag tijdens het onderzoek	8
4. Controle op de GHG- en GLG-veldschattingen	9
5. GHG en GLG van de stambuizen	11
5.1 GHG- en GLG-berekening	
5.2 Veranderingen in GHG en GLG	
5.3 Het corrigeren van de GHG en GLG voor de stambuizen 1568 en 1519	
6. Toepassen van "Methode van karakteristieke grondwaterstanden"; periode '70-'72	15
7. Toepassen van "Bepaling m.b.v. spreidingsdiagrammen"	16
7.1 Periode '70-'72	
7.2 Periode '70-'75	
7.3 Vervangen van een rechte regressielijn door een uit de hand getrokken lijn	
8. Toepassing van "HG3- en LG3-methode"; periode '70-'75	20
9. GLG-veldschatting van klokbus Kl, Gt Va	22
10. Verschillen in tijdsduur van ondiepe standen	24
11. Samenvatting en conclusies	28
Literatuur	31
Bijlage 1. Tijdstijghoogte-diagrammen van 7 klokbuizen en staafgrafieken van 2 pluviografen, samengesteld uit continu-metingen, periode '70-'72	
Bijlage 2. Tijdstijghoogte-diagrammen van 7 klokbuizen, samengesteld uit wekelijkse metingen, Hydrologisch jaar 1973-74	

Voorwoord

De Gt is een onmisbaar gegeven voor het karakteriseren van de bodemgesteldheid; nog belangrijker is de betekenis die de Gt heeft voor de geschiktheid van de grond voor allerlei gebruiksdoelen. Dit in aanmerking nemend is het jammer dat aan dit aspect van de bodemkartering relatief weinig aandacht wordt besteed.

Het hier besproken onderzoek is van een type waarvan er meer zouden moeten plaats vinden. Het is er op gericht meer inzicht te krijgen in de grondwaterhuishouding van zandgronden, de manier waarop deze door Gt's gekarakteriseerd kan worden en de technieken die daarbij toepasbaar zijn.

Gegeven het doel van de reeks "Interne Mededelingen" mag gezegd worden dat de auteurs kennelijk met toewijding en volharding veel waardevol materiaal hebben verzameld, dat voor een deel in deze nota besproken wordt.

Dr. Ir. J.C.F.M. Haans

1. INLEIDING

In verband met het eventueel invoeren bij de kaartbladenkartering van een natter deel en een droger deel voor de Gt's III en V, is in 1970 een onderzoek gestart op kaartblad 34 West. Binnen dat kaartblad was kort voordien een opdrachtkartering uitgevoerd voor het Rvk-gebied Ruurlo, waarbij die onderscheiding was toegepast. Het onderzoek heeft plaatsgevonden in en naast dat gebied en is "Hydrologisch Onderzoek Ruurlo" genoemd (project 093.31).

Het onderzoek is uitgevoerd in open dekzandgronden. Op 7 plaatsen is de schommeling in neerslag en in grondwaterstanden gemeten, zowel door continu-zelfregistrerende apparatuur (klok-buizen en pluviografen) als door wekelijkse opnamen. Als referentie voor de grondwaterstanden is wekelijks gemeten in 3 stambuizen waarin reeds meer dan 15 jaar metingen waren gedaan; als referentie voor de neerslag is gebruik gemaakt van de KNMI-metingen te Lichtenvoorde. In november 1970 zijn de opnamen begonnen en in maart 1975 afgesloten.

Voornaamste deel was het verzamelen en verwerken van grondwaterstanden rond het GHG-niveau. Deze kunnen vooral verwacht worden in de wintermaanden (nov-maart). Tijdens het onderzoek bleef aanvankelijk de neerslag in de winter perioden 20 tot 40 % beneden normaal, zodat slechts een beperkt aantal van die waarnemingen werden verkregen. Pas in de natte herfst en winter van 1974-75 zijn nog een behoorlijk aantal metingen rond het GHG-niveau verkregen.

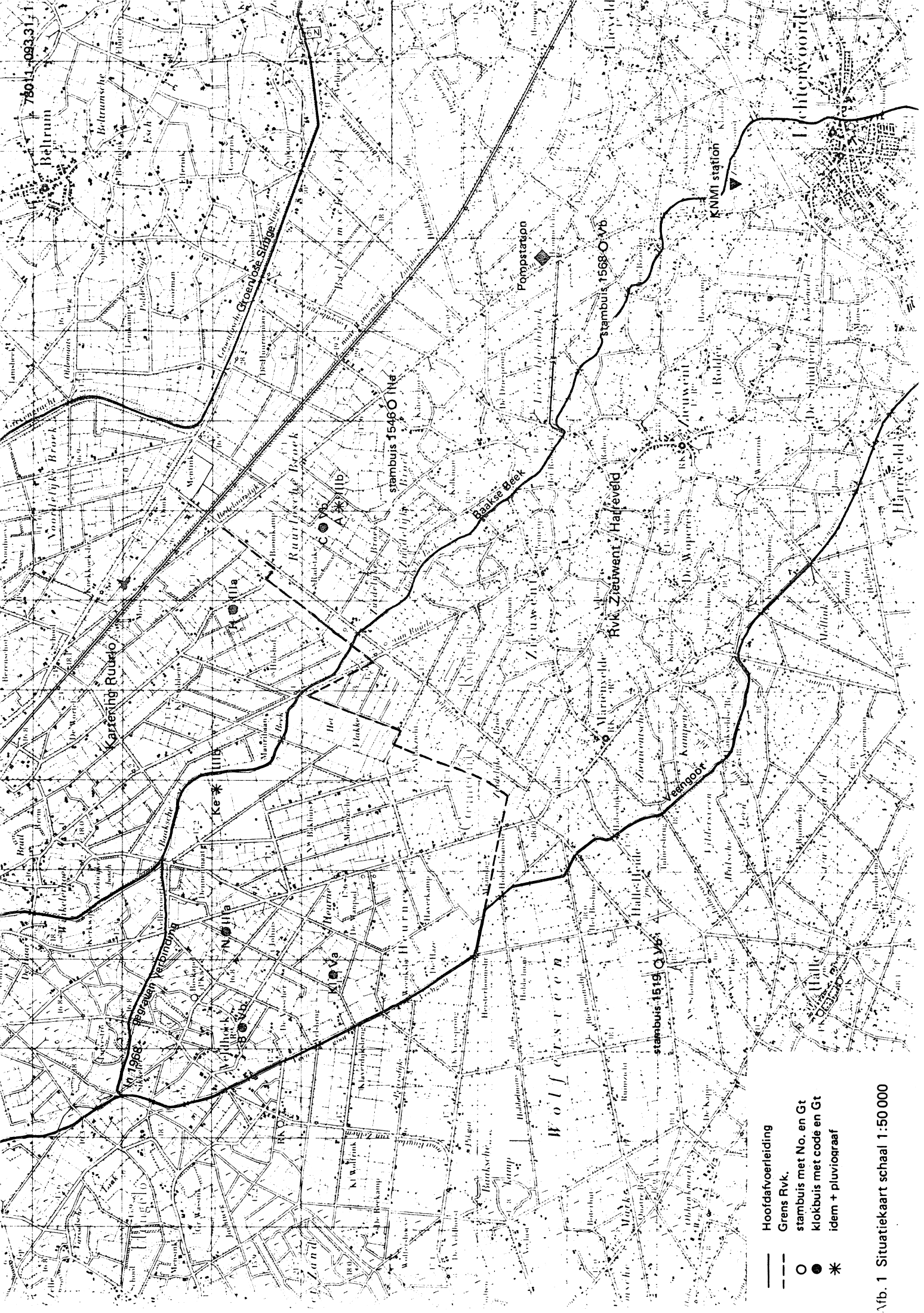
In een vorige Interne Mededeling (IM13) is duidelijk het verschil aangetoond tussen het natter deel en het droger deel van de Gt's III en V, zowel in grondwaterstanden als in graslandvegetatie. In deze Int. Med. zal vooral worden ingegaan hoe betrouwbaar met de methoden gegeven in stencil 4898 een controle op de veldschattingen van GHG en GLG kan worden uitgevoerd. Daar in totaal ruim $4\frac{1}{2}$ jaar wekelijks is gemeten, waren voor die bewerkingen meer dan 200 gemeten standen per waarnemingspunt beschikbaar. Gebleken is dat die controle voor de GLG betrouwbaarder kon worden uitgevoerd dan voor de GHG; de spreiding in uitkomsten bij de verschillende bewerkingen was bij de GLG geringer dan bij de GHG. Uiteindelijk kon de GHG en de GLG voor de gekozen meetpunten worden vastgesteld.

Tijdens dit onderzoek is gebleken dat bij 2 van de 3 stambuizen die als referentiepunten werden gebruikt, een verandering was opgetreden in de grondwaterschommeling. De grootte van die veranderingen is vastgesteld en daarmee konden deze stambuizen toch worden gehandhaafd.

Tenslotte wordt in deze Int. Med. gewezen op het verschil in tijdsduur van ondiepe grondwaterstanden; deze is voor het natter deel beduidend groter dan voor het droger deel. Het zou te overwegen zijn of aan dat verschil in tijdsduur mogelijk beter een grens ontleend kan worden voor die natheidsverschillen dan aan het verschil in GHG-hoogte.

Opgemerkt mag worden dat voor het samenstellen van deze Int. Med. meer cijfermateriaal is verwerkt en meer inzichten waren verkregen dan toen Int. Med. 13 werd samengesteld; de resultaten en conclusies kunnen daardoor op onderdelen afwijken.

Het verwerken van de GHG- en GLG-gegevens heeft plaats gevonden in nauw overleg met de Afd. Hydrologie en Cultuurtechniek en met Ing. J. Domhof van de Afd. Akker- en Weidebouw. Dr. Ir. J.C.F.M. Haans was zo welwillend deze Interne Mededeling kritisch door te nemen. Het onderzoek stond onder leiding van Ir. J.C. Pape.



Vb. 1 Situatiekaart schaal 1:50 000

2. VERZAMELEN EN VASTLEGGEN VAN GEGEVENS

2.1 Het verzamelen

Om het reageren van het grondwater op iedere verandering van het weer te kunnen volgen, is voor het meten van grondwaterstanden en van de neerslag gebruik gemaakt van continu registrerende apparatuur; er zijn 7 klokbuizen en 2 pluviografen geplaatst, zie afb. 1. Een "klokbus" is een continu registrerende grondwaterstandsmeter en een "pluviograaf" een continu registrerende regenmeter.

Vier klokbuizen zijn geplaatst in vlakken "droger deel" van de Gt's III en V en drie in vlakken "natter deel" van die Gt's. Daarvan staan er twee in veldpodzolgronden, twee in beekerdgronden en drie in gooreerdgronden. Naast iedere klokbus is tevens een gewone peilbus geplaatst om de klokbus te kunnen controleren; deze buizen, ook wel "controlebuizen" genoemd, zijn wekelijks opgenomen waarna zo nodig de klokbuizen werden bijgesteld.

Als referentiepunten voor de klokbuizen zijn uit het landelijk opnamenet van de Dienst Grondwaterverkenning TNO drie stambuizen gekozen uit het gebied, die ongeveer dezelfde hydrologische ligging hebben als de te onderzoeken kaartvlakken. Het zijn de stambuizen 1546, 1568 en 1519. Ook deze zijn wekelijks opgenomen.

De beide pluviografen stonden opgesteld bij twee van de klokbuizen. Om de kans op bevriezing tegen te gaan waren deze geplaatst in een, in de grond ingegraven, plastic ton (Domhof, 1970). Voor het vaststellen van eventueel optredende neerslagverschillen, is bij iedere klokbus een eenvoudige regenmeter geplaatst die wekelijks werd afgelezen. Als referentie voor de hoeveelheid neerslag zijn de dagwaarnemingen door het KNMI-station te Lichtenvoorde gebruikt.

Samenvattend kan gezegd worden dat grondwaterstand- en neerslaggegevens verkregen zijn uit continue-registratie door 7 klokbuizen en 2 pluviografen en uit wekelijkse metingen in stambuizen, in controlebuizen en in eenvoudige regenmeters. Daarnaast zijn ook verwerkt de neerslaggegevens van het KNMI te Lichtenvoorde. De waarnemingen strekken zich uit over de periode nov. 1970 - maart 1975.

Voor de ligging van de waarnemingspunten, zie situatiekaartje afb. 1.

2.2. Vastleggen van de continu-opnamen

De gegevens van de 7 klokbuizen en van de 2 pluviografen zijn per 12 maanden vastgelegd op één groot vel millimeterpapier.

Daarop zijn de continu gemeten grondwaterstanden vastgelegd in de vorm van 7 tijdstijghoogte-diagrammen; per etmaal zijn 4 standen aangegeven, dat is per 6 uur één stand. De continu gemeten neerslaggegevens zijn weergegeven in de vorm van 2 staafigrafieken; per staafig staat de hoeveelheid neerslag gevallen in 12 uur, dus 2 gegevens per etmaal.

Boven die staafigrafieken staan per maand drie getallen onder elkaar, resp. het neerslagtotaal van die pluviograaf, het neerslagtotaal gemeten door het KNMI-station Lichtenvoorde en de gemiddelde maandelijkse neerslag over 25 jaar te De Bilt (1945 t/m 1969).

Bijlage 1 is een verkleining van zo'n vel; de gegevens daarop hebben betrekking op dat deel van de waarnemingsperiode dat ligt tussen nov. 1970 en febr. 1972.

2.3 Vastleggen van de wekelijkse opnamen

De wekelijks gemeten grondwaterstanden in de 3 stambuizen en in de controlebuizen bij de klokbuizen, alsook de hoeveelheid neerslag gemeten in de eenvoudige regenmeters bij de klokbuizen, zijn vastgelegd in lijsten. Van de grondwaterstanden zijn tevens tijdstijghoogte-diagrammen getekend.

Bijlage 2 is van dit laatste een voorbeeld, daar staan tijdstijghoogte-diagrammen van de 7 klokbuizen over de periode apr. 1973 tot mrt. 1974.

	gemiddelde over 25 jaar (1945-1969)	jan	febr	mrt	april	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec	Jaartotaal
De Bilt		66	55	48	53	55	66	77	105	71	60	72	80	808
Lichtenvoorde	1970											85	51	---
	1971	47	34	36	38	29	148	42	29	37	28	65	38	571
	1972	24	19	36	90	101	87	146	78	52	12	75	25	745
	1973	24	75	28	79	108	26	48	12	58	83	57	64	662
	1974	56	32	34	13	76	48	60	102	116	121	81	119	858
	1975	77	24	71										---
Gem. 70/75		46	37	42	55	78	77	74	55	66	61	73	59	709

Tabel 1. Neerslag in mm per maand van het KNMI-station Lichtenvoorde
in vergelijking met het gemiddelde over 25 jaar van het KNMI te De Bilt

	gemiddelde over 25 jaar (1945-1969)	Winterperiode nov - mrt	Groeiseizoen apr - okt	Totaal hydr. jaar (apr - mrt)
De Bilt		321 = 100%	487 = 100%	808
Lichtenvoorde 1970-71		253 = 79%	- -	-
1971-72		182 = 57%	351 = 72%	533
1972-73		227 = 71%	566 = 116%	793
1973-74		243 = 76%	414 = 87%	657
1974-75		372 = 116%	536 = 110%	908
Gem. 70/75		255 79%	467 96%	723

Tabel 2. Neerslag in mm van winterperiode en groeiseizoen van
KNMI-station Lichtenvoorde.

3. DE NEERSLAG TIJDENS HET ONDERZOEK

De hoeveelheid neerslag is continu geregistreerd door de 2 pluviografen, wekelijks is genoteerd de hoeveelheid neerslag bij iedere klokbus. Afgezien van een lokale bui, waren al deze gegevens in nauwe overeenstemming met de dagwaarnemingen door het KNMI te Lichtenvoorde. Alleen één pluviograaf heeft zich het eerste jaar, door verschillende oorzaken, afwijkend gedragen.

In tabel 1 is voor de gehele onderzoeksperiode gegeven de neerslag te Lichtenvoorde per maand en per kalenderjaar. Tevens staan bovenaan in die tabel vermeld de maand- en jaargemiddelden over 25 jaar (1945 t/m 1969) van de neerslag gemeten te De Bilt. Van het station Lichtenvoorde waren nog niet over zoveel jaar waarnemingen bekend en uit de regenboeken van het KNMI valt af te leiden dat de gemiddelde cijfers van De Bilt representatief geacht kunnen worden voor dit gebied. Uit die tabel blijkt dat tijdens de onderzoeksperiode 88% van de normale hoeveelheid neerslag is gevallen.

In tabel 2 zijn de neerslaggegevens uit tabel 1 ingedeeld per hydrologisch jaar, waarbij onderscheid is gemaakt tussen "winterperiode" (nov - mrt) en "groeiseizoen" (apr - okt). Dit laatste is gedaan op grond van de volgende overwegingen:

- Het berekenen van de GHG vindt plaats op basis van de hoogste drie standen in een hydrologisch jaar; als regel worden die gemeten in de winterperiode.
- Het berekenen van de GLG vindt plaats op basis van de laagste drie standen in een hydrologisch jaar; als regel worden die gemeten in het groeiseizoen.

Uit tabel 2 blijkt dat de neerslag in de 5 winterperioden varieerde van 57% tot 116% van normaal, gemiddeld is dit 79%. De hoeveelheid neerslag in de 4 groeiseizoenen varieerde van 72% tot 116% van normaal, het gemiddelde is 96%. De hoeveelheid neerslag in de onderzoeksjaren is dus gemiddeld beneden normaal gebleven; het waren overwegend droge jaren, met name droge winters.

4. CONTROLE OP GHG- EN GLG-VELDSCHATTINGEN

Voor het maken van Gt-kaarten wordt bij iedere boring de GHG en GLG geschat. Een controle op de schatting wordt uitgevoerd door in boorgaten of in peilbuizen grondwaterstanden te meten en gelijktijdig metingen te doen in stambuizen. Daarvoor zijn in stencil 4898 (50.000 handboek) twee methoden beschreven; de ene is "Benadering m.b.v. een gerichte opname" of "Methode van karakteristieke grondwaterstanden" genoemd, de andere heet "Bepaling m.b.v. spreidingsdiagrammen". Voor beide geldt dat de stambuis in eenzelfde hydrologische situatie dient te liggen als de te meten punten.

Bij de aanvang van dit onderzoek is bij de klokbuizen de GHG en GLG geschat. Voor een controle op deze veldschattingen zijn verschillende methoden toegepast welke zijn beschreven in de volgende hoofdstukken.

- In hoofdstuk 6 de "Methode van karakteristieke grondwaterstanden".
- In hoofdstuk 7 de "Bepaling m.b.v. spreidingsdiagrammen".

Deze methode is eerst uitgevoerd door het uitzetten van de wekelijks gemeten standen over de periode nov. '70 - febr. '72 en daarna door het uitzetten van al de wekelijkse standen over de gehele onderzoeksperiode. De eerste wordt "Periode 70-72" en de tweede "Periode 70-75" genoemd.

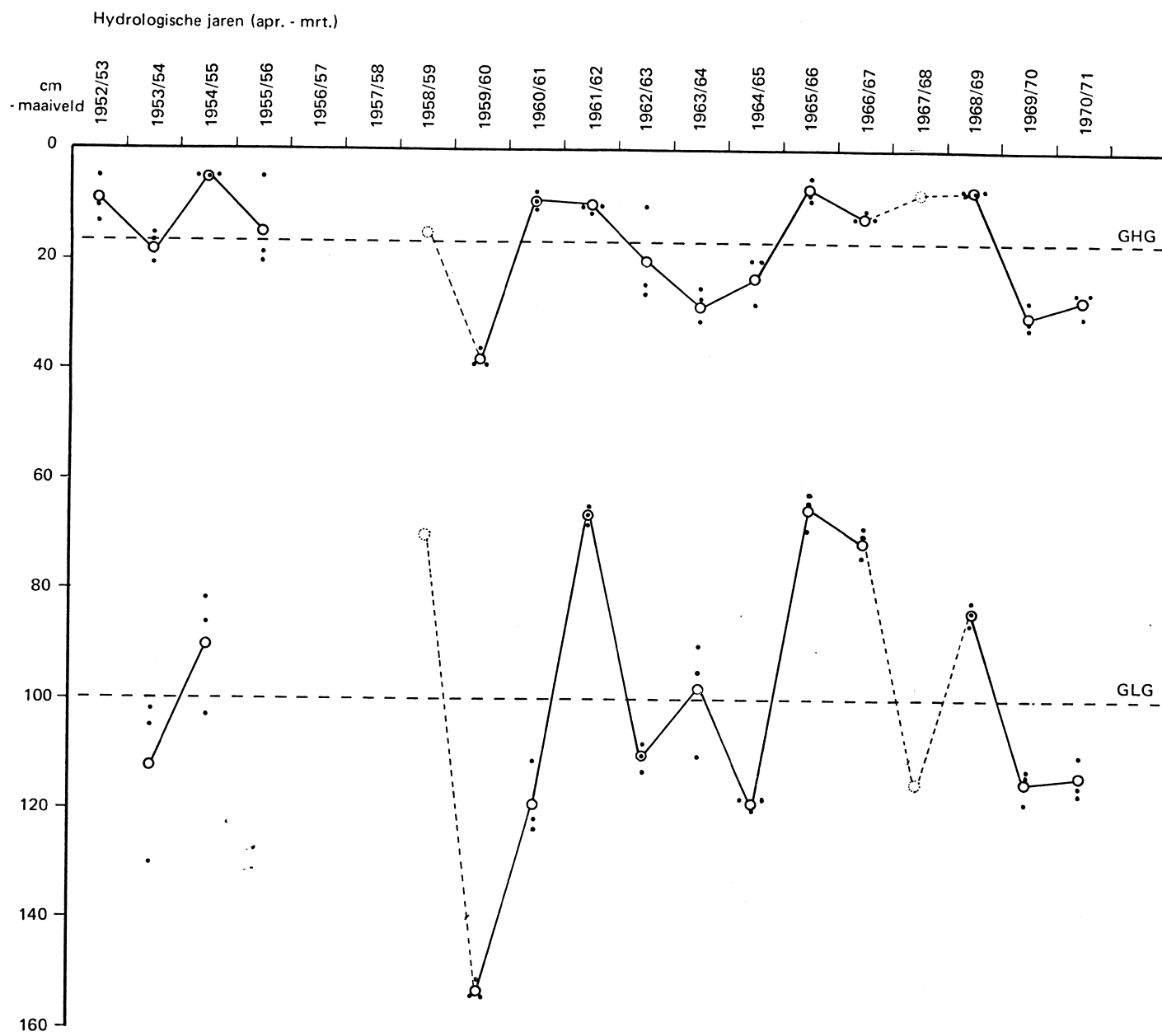
Tenslotte is voor de periode 70-75 een methode toegepast waarbij de rechte regressielijn is vervangen door een uit de hand getrokken lijn.

- In hoofdstuk 8 een variatie op de "HG3, en LG3-methode".

Vóór dat ~~overgegaan~~ is tot het uitvoeren van controles op de veldschattingen, was er reeds inzicht verkregen in de gedragingen van het grondwater ter plaatse van iedere stambuis en iedere klokbus. Dit is verkregen uit de getekende tijdstijghoogte-diagrammen van zowel de continu gemeten als van de wekelijks gemeten standen, zie de bijlagen 1 en 2. We noemen hier enige punten die daaruit reeds spoedig naar voren kwamen:

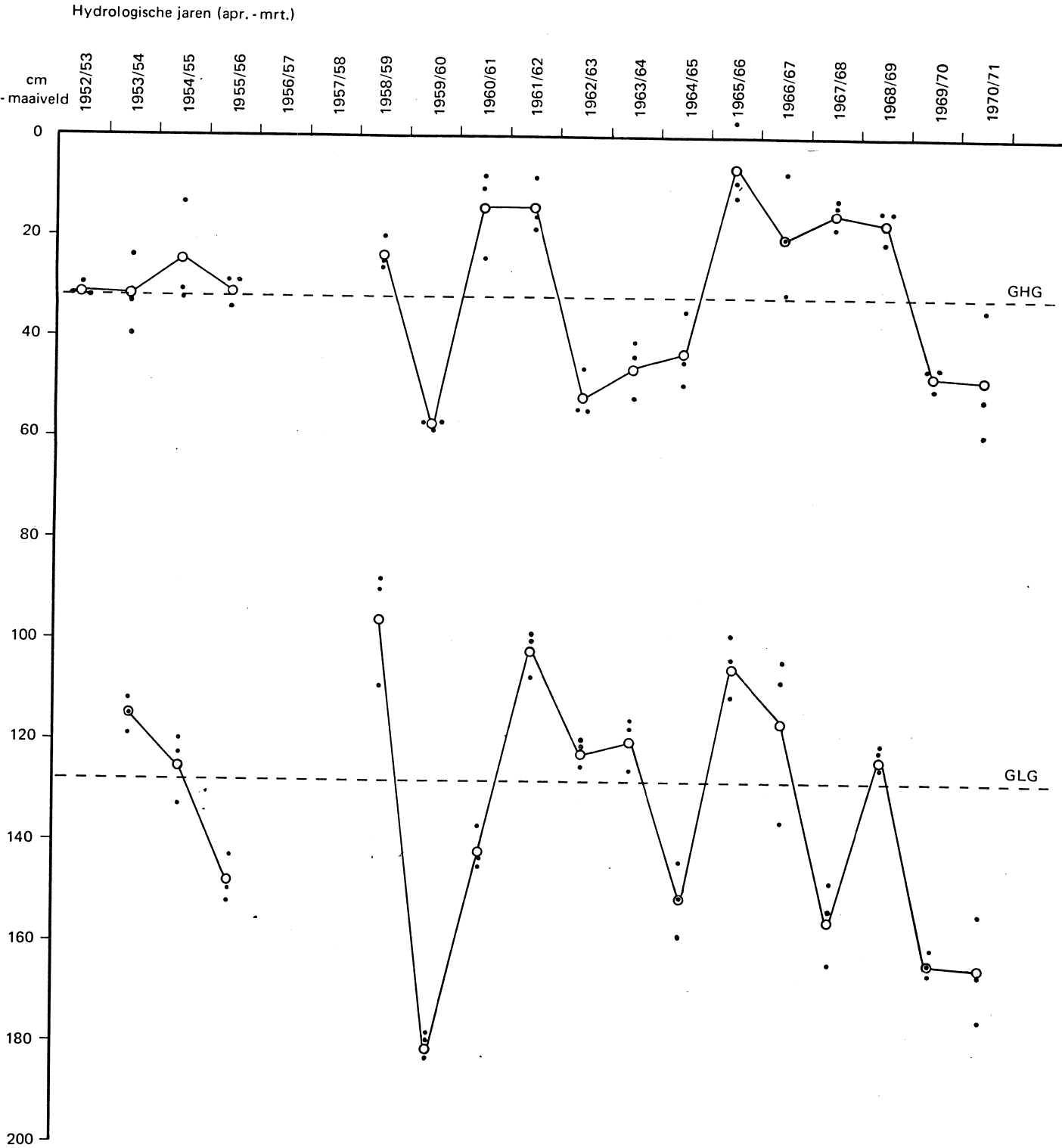
- De hoge standen in de klokbuizen "natter deel" lagen ongeveer 20 à 30 cm ondieper dan die in de klokbuizen "droger deel". Dit correspondeert vrij goed met de 15 à 25 cm grote verschillen in de GHG-veldschattingen.
- Per Gt is er vrijwel geen verschil in de lage standen rond het GLG-niveau tussen de klokbuizen van het "natter deel" en die van het "droger deel", met uitzondering van klokbus Kl, Gt Va; dat bleek een Gt IIIa te zijn. De GLG-schatting bij die klokbus zal nader worden toegelicht in hoofdstuk 9.

- De fluctuatie van het grondwater in de vlakken "droger deel" van een Gt is derhalve geringer dan die in vlakken "natter deel"; m.a.w. de "kop" van de hoge standen is er af.

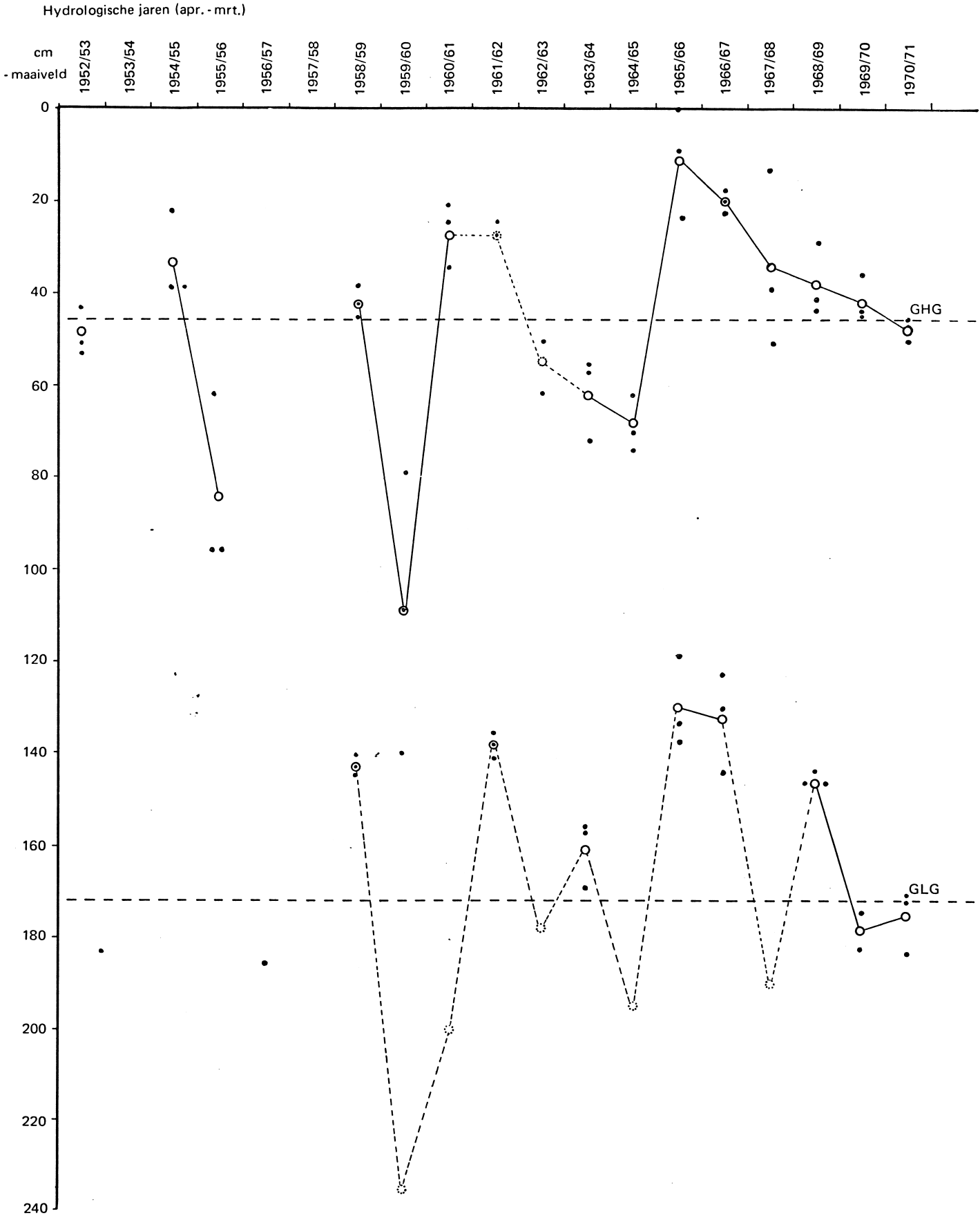


- Een van de hoogste drie, resp. laagste drie standen in een hydrologisch jaar.
- HG3 of LG3 berekend. Punten verbonden door een volle lijn
- HG3 of LG3 geschat. Van en naar deze punten de verbodingslijn weergegeven met een onderbroken lijn

Afb. 2 Stambuis 1546
Een grafische weergave van HG3 en LG3 t.o.v. GHG resp. GLG



Afb. 3 Stambuis 1568
Een grafische weergave van HG3 en LG3 t.o.v. GHG resp. GLG
Voor verklaring zie afb. 2



Afb. 4 Stambuis 1519
Een grafische weergave van HG3 en LG3 t.o.v. GHG resp. GLG
Voor verklaring zie afb. 2

	Periode 1952 - '68		Periode 1970 - '72		Periode 1970 - '75	
	GHG	GLG	GHG	GLG	GHG	GLG
Stambuis 1546	17	100	17	100	17	100
Stambuis 1568	32	128	32	145	53	155
Stambuis 1519	46	172	62	172	66	172

Tabel 3. GHG en GLG van de 3 stambuizen berekend uit
15 jaar gegevens (Periode 1952-'68).

GHG - GLG gecorrigeerd i.v.m. opgetreden
veranderingen in grondwaterschommelingen
(Periode 70-72 en 70-75).

5. GHG EN GLG VAN DE STAMBUIZEN

5.1 GHG- en GLG-berekening

In stencil 4898 worden aanwijzingen gegeven voor de GHG- en GLG-berekening van stambuizen. Voor een redelijk betrouwbare berekening moet daarin minimaal 8 jaar vrij regelmatig op de 14^e en de 28^e van iedere maand gemeten zijn. Verondersteld wordt dat na ± 15 jaar meten geen noemenswaardige variatie meer in de GHG- en GLG-berekening op zal treden. In de drie bij dit onderzoek gebruikte stambuizen is door de Dienst Grondwaterverkenning TNO over ± 15 jaar grondwaterstanden gemeten.

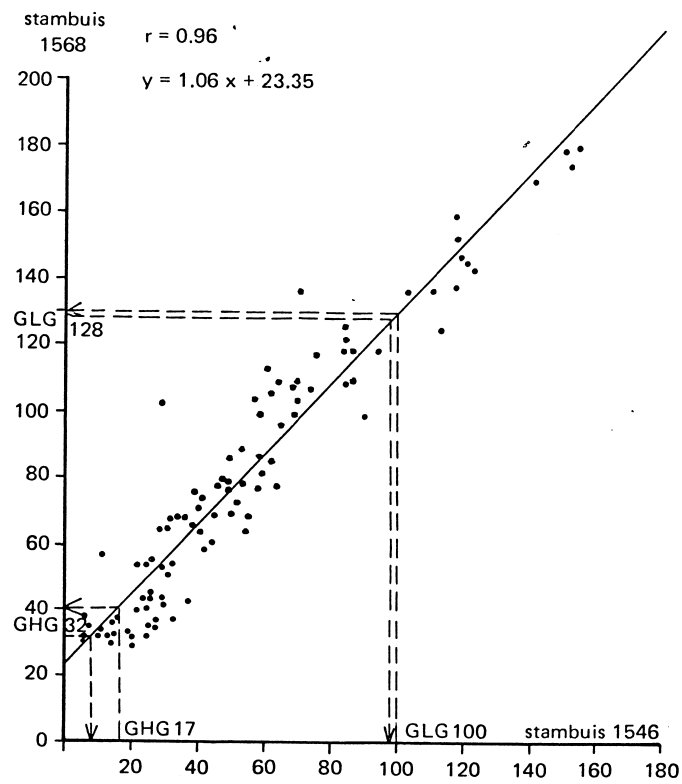
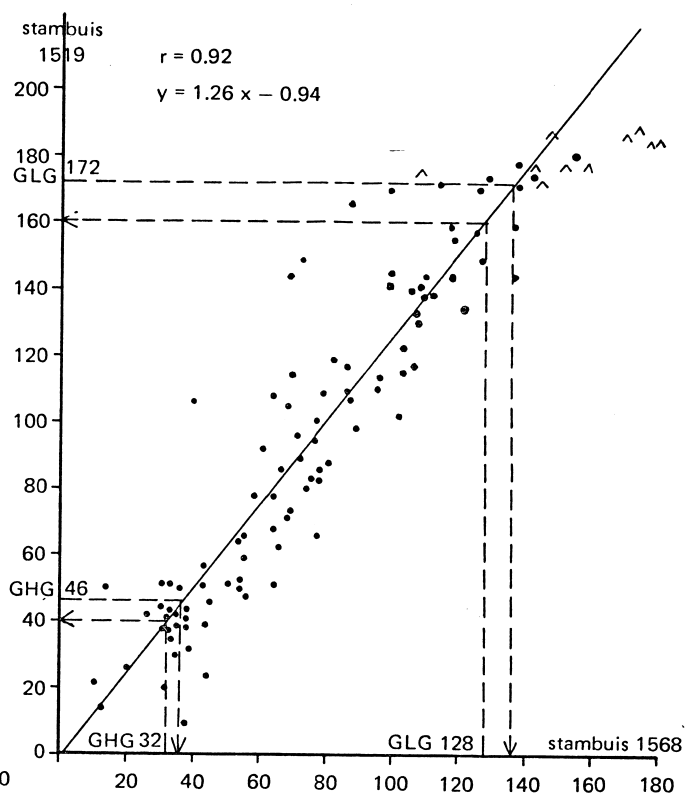
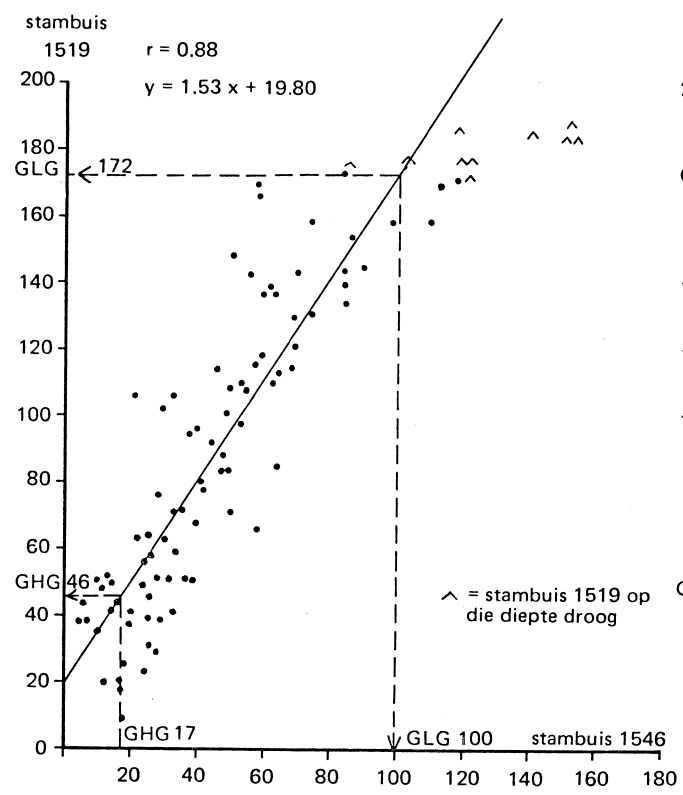
Eerst zijn door ons uit deze standen per stambuis tijdstijg-hoogte-diagrammen getekend. Daarna is per stambuis en per hydrologisch jaar (apr.- mrt) de HG3 en LG3 berekend. Ingeval in sommige jaren er enige standen ontbraken, bijvoorbeeld door het droogvallen van een buis, is de LG3 en soms ook de HG3 vastgesteld door onderlinge vergelijking van de drie zojuist genoemde tijdstijg-hoogte-diagrammen. Het rekenkundig gemiddelde van de HG3's en LG3's per stambuis is de berekende GHG en GLG over ± 15 jaar. In de afb. 2, 3 en 4 zijn deze GHG- en GLG-berekeningen grafisch voorgesteld, in tabel 3 zijn de berekende GHG's en GLG's opgenomen (Periode 1952-'68).

5.2 Veranderingen in GHG en GLG

In hfdst. 2 is reeds genoemd dat ook van de eigen, wekelijkse metingen in de stambuizen tijdstijg-hoogte-diagrammen getekend en bijgehouden zijn. Daaruit bleek dat de grondwaterbewegingen in de stambuizen 1568 en 1519 aanleiding geven tot het maken van opmerkingen.

In stambuis_1568 lagen vanaf de aanvang van het onderzoek (in 1970) de lage standen dieper dan verwacht mocht worden op grond van de metingen in de voorgaande 15 jaren. Tijdens het onderzoek nam deze diepere ligging toe, terwijl ook de hoge standen een dieper niveau aannamen.

Reeds in Int. Med. 13 is genoemd dat de reden van deze verlagings toegeschreven moet worden aan wateronttrekking. Immers een verlaging in de lage standen en waarbij de hoge standen (toen nog) onveranderd bleven, kan moeilijk worden toegeschreven aan verbeterde waterafvoer zoals die worden uitgevoerd bij een ruilverkaveling of beekverbetering.



Afb. 5 Spreidingsdiagrammen waarin de stambuizen 1546, 1568 en 1519 tegen elkaar zijn uitgezet. Periode 1952 - '68

De kans op wateronttrekking was aanwezig, doordat in 1965 een pompstation voor de drinkwatervoorziening is gesticht op \pm 700 m afstand van deze stambuis (zie afb. 1). Bij een later uitgevoerd hydrologisch onderzoek rond dat pompstation is die gedachte juist gebleken (Te Riele e.a., 1975). Uit produktiegegevens is bekend geworden dat na 1968 en vooral na 1971 de produktie van het pompstation is vergroot en dat in 1973 de toegestane capaciteit is bereikt.

Door deze veranderingen in grondwaterstanden zullen de berekende GHG en GLG van stambuis 1568 niet meer juist zijn, er zal een correctie toegepast moeten worden.

In stambuis 1519 zijn de hoge standen tijdens de gehele onderzoekperiode (1970-75) nimmer zo ondieper voorgekomen dan meerdere keren vóór 1970 is gemeten: er zijn door ons geen standen gemeten ondieper dan 30 cm. Bij de lage standen zijn geen veranderingen geconstateerd.

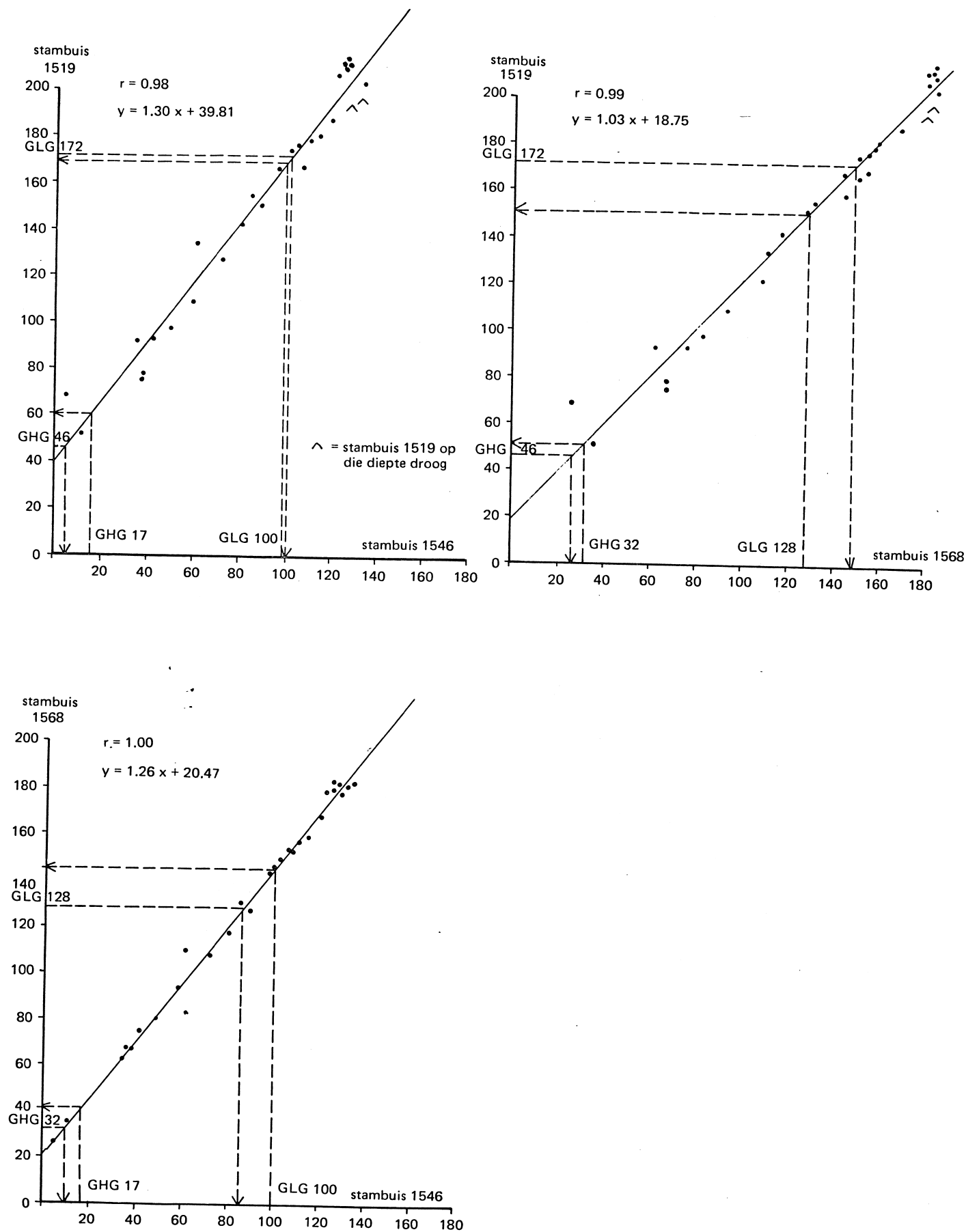
Stambuis 1519 staat in Halle Heide op ongeveer 1 km afstand van de Veengoot. Door het Waterschap De Baakse Beek zijn recentelijk grote verbeteringen uitgevoerd aan de hoofdafvoerleidingen Veengoot en Baakse Beek. Door informatie bij het Waterschap is gebleken dat in het jaar 1968 de verbeteringen aan de Veengoot voltooid zijn tot aan het punt waar men in dat jaar de Baakse Beek in de Veengoot liet uitmonden (zie afb. 1); in 1970 heeft men de verbeteringen stroomopwaarts voltooid tot voorbij Halle Heide. Aangenomen wordt dat door de snellere afvoer bij hoog water in de Veengoot, ter plaatse van stambuis 1519 de hoge standen sindsdien minder hoog oplopen.

Ook voor deze stambuis zal de berekende GHG dus niet meer juist zijn en een correctie behoeven; voor de GLG is geen reden tot correctie verkregen.

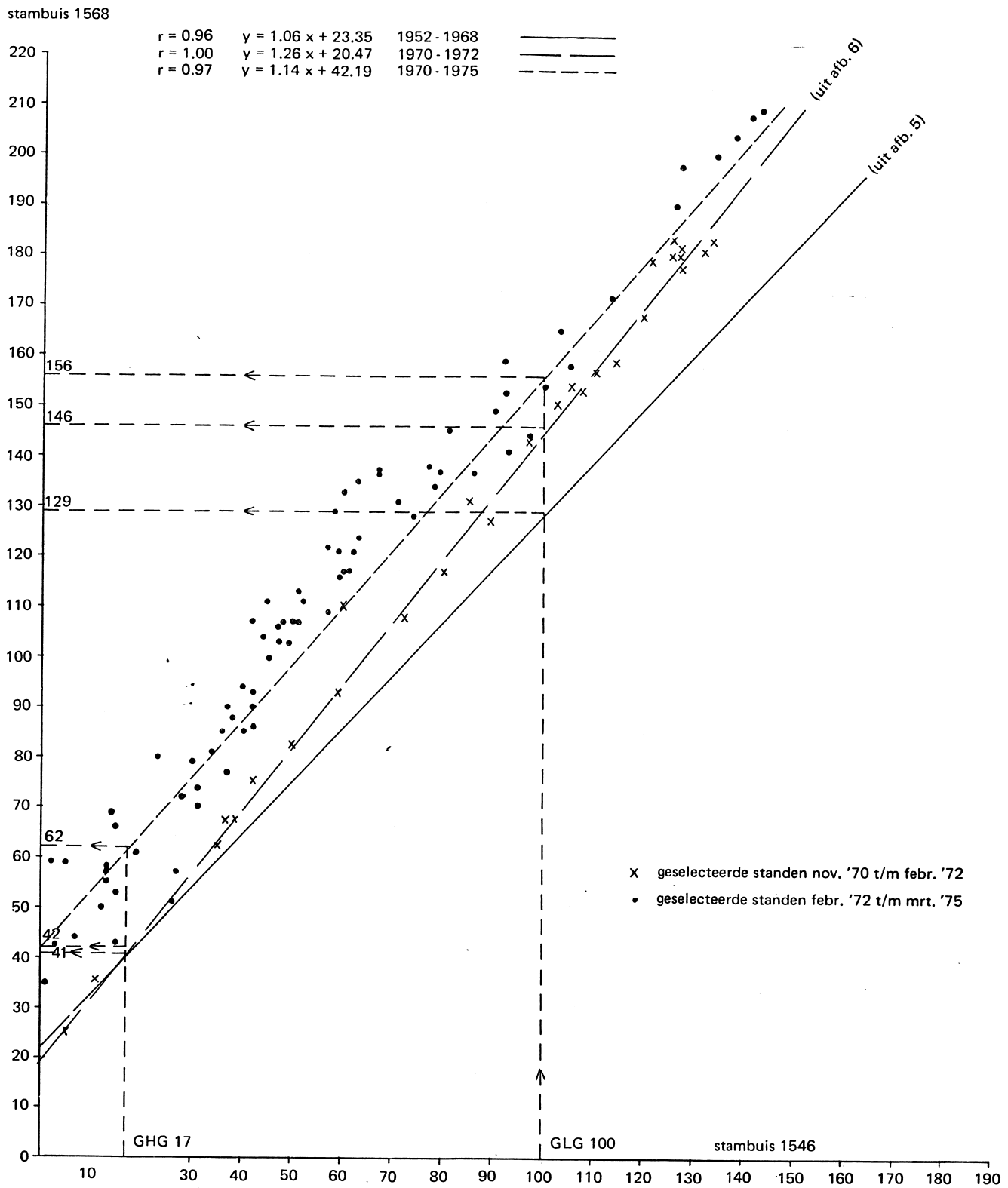
5.3 Het corrigeren van de GHG en GLG voor de stambuizen 1568 en 1519

Van de drie stambuizen is alleen bij stambuis 1546 de waterhuishouding onveranderd gebleven. Hoe groot in de beide andere stambuizen de veranderingen van GHG en GLG zijn kan achterhaald worden door die stambuizen met stambuis 1546 te vergelijken.

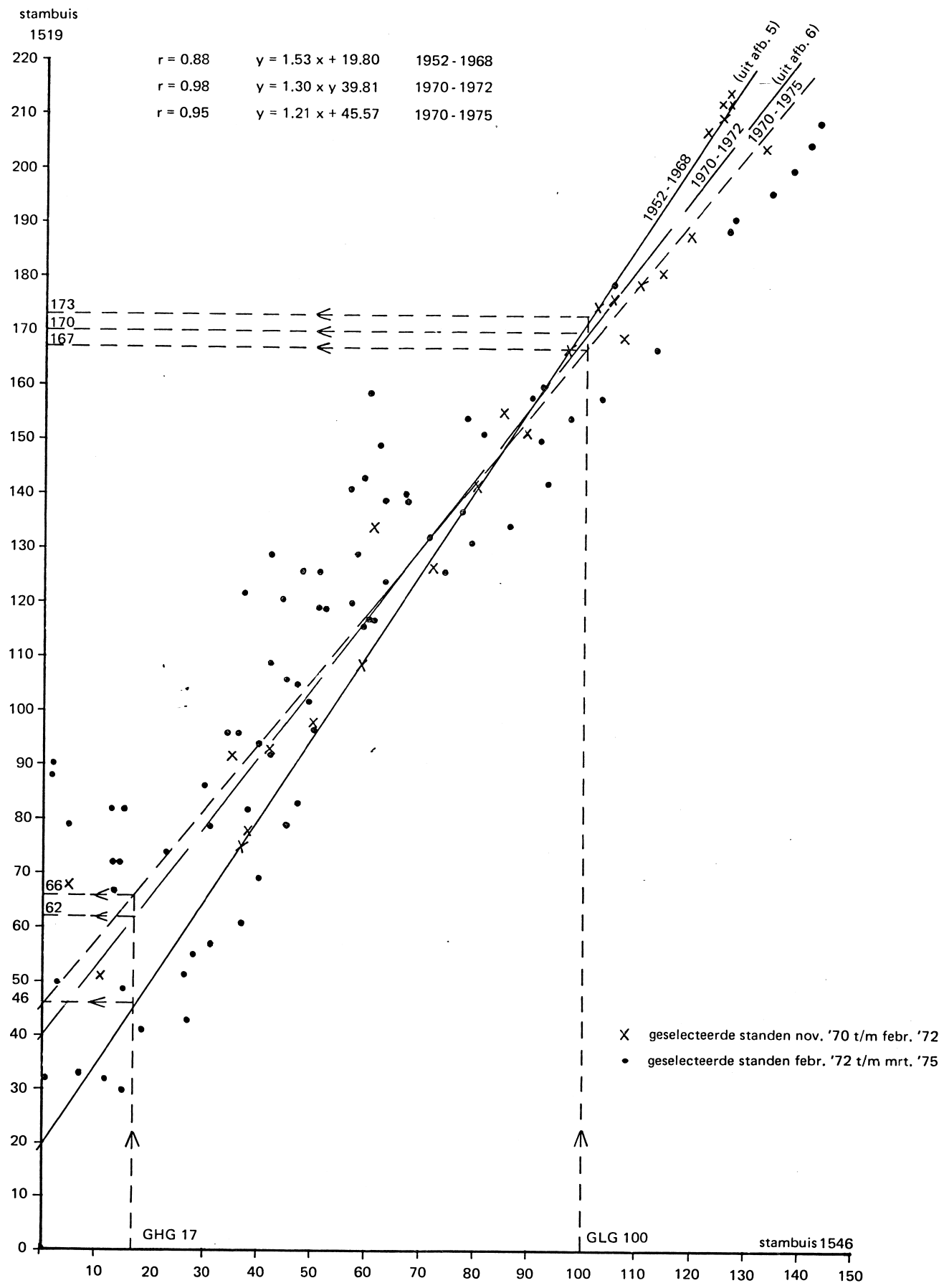
Die vergelijkingen zijn uitgevoerd door middel van spreidingsdiagrammen. Eerst zijn de stambuizen tegen elkaar uitgezet over de periode 1952-'68, zie afb. 5, dat is dus vóór dat ons onderzoek begonnen is. Tijdens dit onderzoek zetten de ingetreden veranderingen zich in meerder of mindere mate voort. Daarom zijn voor de tijd van onderzoek de stambuizen twee keer tegen elkaar uitgezet, afzonderlijk



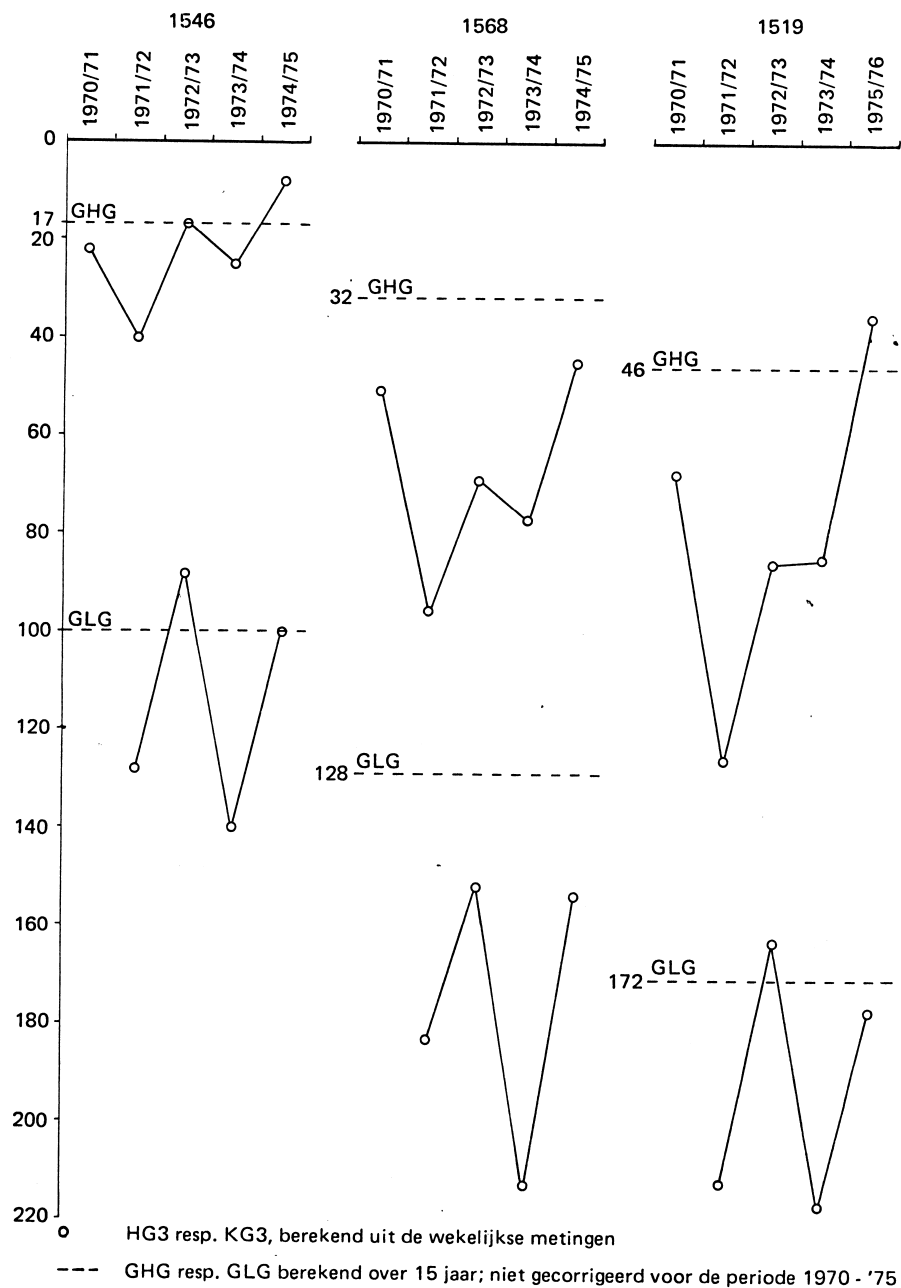
Afb. 6 Spreidingsdiagrammen waarin de stambuizen 1546, 1568 en 1519 tegen elkaar zijn uitgezet. Periode 1970 - '72



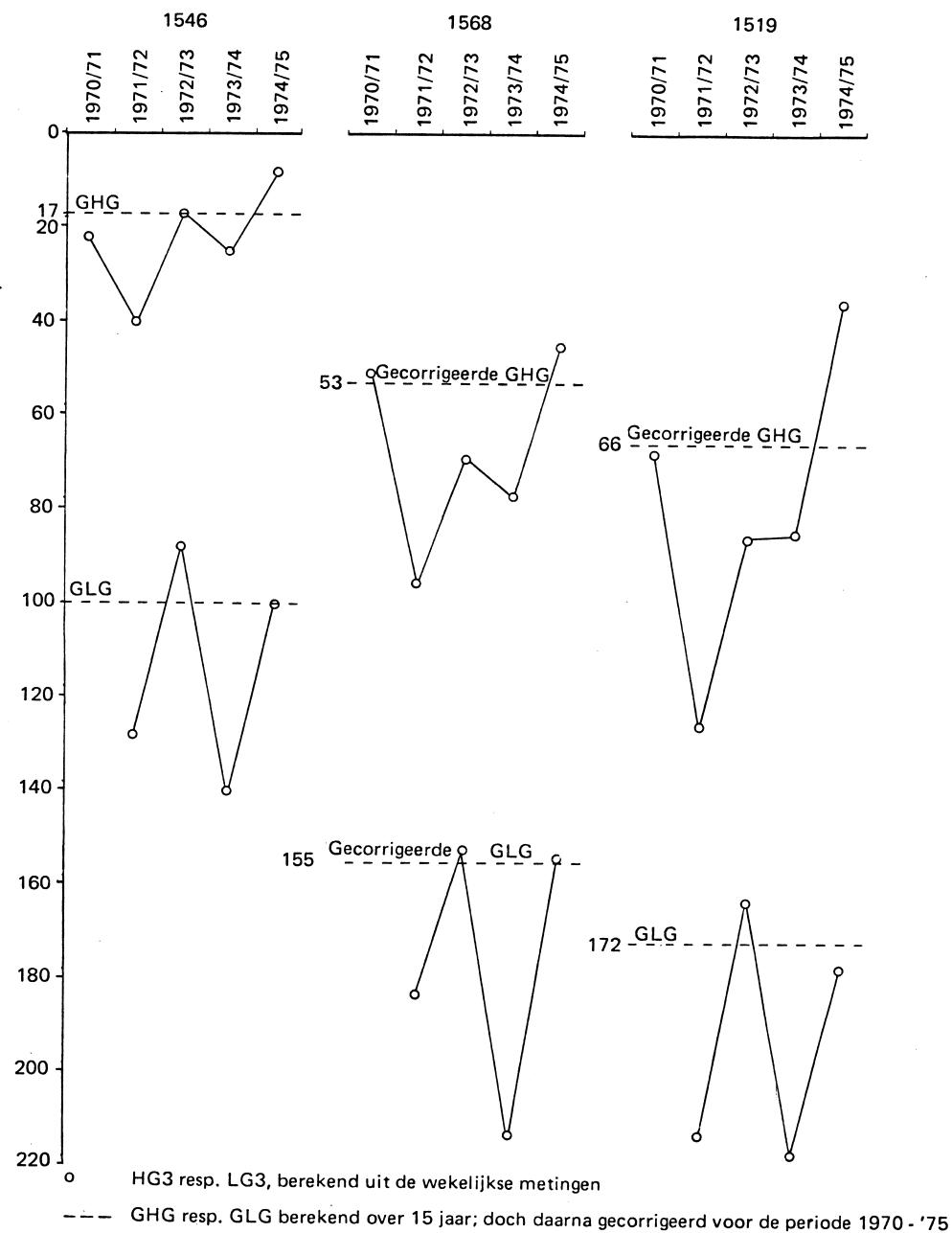
Afb. 7 Spreidingsdiagram van stambuis 1546 tegen stambuis 1568. Periode 1970 - '75
Tevens zijn hierin opgenomen de regressielijnen uit periode 1952 - '68 en periode 1970 - '72



Afb. 8 Spreidingsdiagram van stambuis 1546 tegen stambuis 1519. Periode 1970 - '75
Tevens zijn hierin opgenomen de regressielijnen uit periode 1952 - '68 en periode 1970 - '72



Afb. 9a Stambuizen 1546, 1568 en 1519. Periode 1970 - '75.
 Ligging van de HG3's en LG3's uit de jaren 1970 t/m 1975
 t.o.v. de berekende GHG en GLG over 15 jaar (1952 - 1968)



Afb. 9b Stambuizen 1546, 1568 en 1519. Periode 1970 - '75.
 Ligging van de HG3's en LG3's uit de jaren 1970 t/m 1975
 t.o.v. de eventueel gecorrigeerde GHG en GLG

voor het eerste gedeelte (periode 70-72, zie afb. 6) en voor de totale tijdsduur (periode 70-75, afb. 7 en 8). In deze laatste afbeeldingen zijn tevens de desbetreffende regressielijnen uit de afbeeldingen 5 en 6 overgenomen.

Door het vergelijken van de drie regressielijnen in de afbeeldingen 7 en 8 is duidelijk te zien dat er veranderingen in de stambuizen 1568 en 1519 zijn opgetreden. Tevens is daaruit af te leiden hoe groot de correctie op de berekende GHG en GLG zal moeten zijn voor de periode 70-72 en 70-75. Voor het uitvoeren van een correctie is hierbij van belang het verschil in hoogte waarop de GHG, resp. de GLG, vanuit stambuis 1546 wordt overgebracht; niet de hoogte van de overbrenging zelf. We kunnen dit als volgt toelichten.

Voor stambuis_1568 (afb. 7) blijkt dat de GHG in de periode 70-72 op gelijke hoogte wordt overgebracht als in de periode 1952-68 (resp. 41 en 42 cm); een correctie is niet nodig. De GLG wordt echter 17 cm lager overgebracht (in de periode 1952-68 op 129 cm en in de periode 70-72 op 146 cm); op de GLG van stambuis 1568 is voor de periode 70-72 een correctie van 17 cm toegepast. Voor de periode 70-75 wordt de GHG overgebracht op 62 cm en de GLG op 156 cm, dat is resp. 21 en 27 cm lager dan de overbrengingen in de periode 1952-68; voor de periode 70-75 is voor de GHG een correctie toegepast van 21 cm en voor de GLG is dat 27 cm.

Voor stambuis 1519 (afb. 8) valt op dezelfde wijze af te leiden dat voor de periode 70-72 voor de GHG een correctie nodig is van 16 cm en voor de periode 70-75 moet die correctie 20 cm zijn. Voor de GLG van deze stambuis is noch voor de periode 70-72, noch voor 70-75 een correctie nodig geacht, gezien de slechts geringe verschillen in hoogte tussen de overbrengingen.

In tabel 3 staan de berekende GHG's en GLG's en de gecorrigeerde GHG's en GLG's zowel voor de periode 70-72 als voor de periode 70-75.

De afbeeldingen 9a en 9b illustreren de correctie op de GHG en GLG voor de periode 70-75. In beide staan de HG3's en LG3's van de stambuizen uitgebeeld, zoals die over de onderzoeksperiode zijn berekend uit de eigen wekelijkse waarnemingen (zie daarvoor hfdst. 8). In afb. 9a staat per stambuis de GHG en GLG gegeven zoals berekend over 15 jaar (1952 - 1968), dus de nog niet gecorrigeerde. Voor stambuis 1546 zijn die GHG en GLG ook geldend voor de periode 70-75. De ligging van de HG3's t.o.v. de GHG en de ligging van de LG3's t.o.v. de GLG tonen bij die stambuis het meer of minder droog zijn van de onderzoeksjaren.

Bij de stambuizen 1568 en 1519 tonen ze tevens de verlaging van de grondwaterstanden op die plaatsen.

In afb. 9b staat voor de stambuizen 1568 en 1519 de gecorrigeerde GHG en GLG voor de periode 70-75. Na de correcties blijken de liggingen van de HG3's t.o.v. de GHG en de liggingen van de LG3's t.o.v. de GLG in goede overeenstemming te zijn met die in stambuis 1546.

Samenvattend kan gezegd worden dat in de stambuizen 1568 en 1519 veranderingen in de GHG en/of de GLG zijn opgetreden en dat daardoor correcties nodig waren voor de perioden 70-72 en 70-75. Door het gelukkige feit dat geen veranderingen zijn opgetreden bij stambuis 1546, kon de grootte van deze correcties vastgesteld worden.

Conclusie: Wees op uw hoede bij het afleiden van de GHG en GLG uit een veeljarig gemeten stambuis. Ga na of voor de periode waarin de relatie tussen die stambuis en een peilbuis wordt vastgesteld, de GHG en GLG nog wel gelijk is aan de berekening.

	Stambuizen			Klokbuizen						
	natter deel	droger deel		natter deel			droger deel			
	1546 IIIa	1568 Vb	1519 Vb	H IIIa	N IIIa	K1 Va	Ke IIIb	B Vb	A IIIb	C-D Vb
GHG	17	32	62	15	15	10	40	25	30	40 ¹⁾
Karakte- ristieke stand GHG 28/ 1 '71	11	35	51	+ 3	1	+ 5	32	13	20	28
GLG	100	145	172	100	105	125	120	130	105	130 ¹⁾
Karakte- ristieke stand GLG 19/ 7 '71	97	143	167	113	119	101	126	130	110	120

Tabel 4 GHG- en GLG-benadering voor de klokbuizen via
karakteristieke grondwaterstanden

- 1) GHG en GLG voor de stambuizen zijn de voor de periode
70-72 geldende waarden (afgelezen uit tabel 3);
voor de klokbuizen zijn het de veldschatttingen,
gemaakt voor het onderzoek begon.

6. TOEPASSING VAN "METHODE VAN KARAKTERISTIEKE GRONDWATERSTANDEN";
periode 70-72

Deze methode kan toegepast worden indien men door het doen van weinig waarnemingen toch een indruk wil hebben over de juistheid der veldschattingen. Het doen van metingen op diverse punten kan men daarbij beperken tot het moment waarop in de stambuizen het grondwater op GHG-, resp. GLG-hoogte staat.

Bij de klokbuizen is deze methode toegepast over de periode 70-72. In de lijst van de wekelijkse opnamen is nagegaan welke opnamedata zich zouden lenen voor deze toepassing. Voor de GHG is genomen de opname van 28/ 1 '71 en voor de GLG de opname van 19/ 7 '71. In tabel 4 staan de op die data gemeten standen.

Uit kolom "Stambuizen" blijkt dat in die buizen de op 28/ 1 '71 gemeten hoge standen tot ongeveer 10 cm afwijken van de geldende GHG's; de lage standen gemeten op 19/ 7 '71 wijken tot ongeveer 5 cm af van de geldende GLG's.

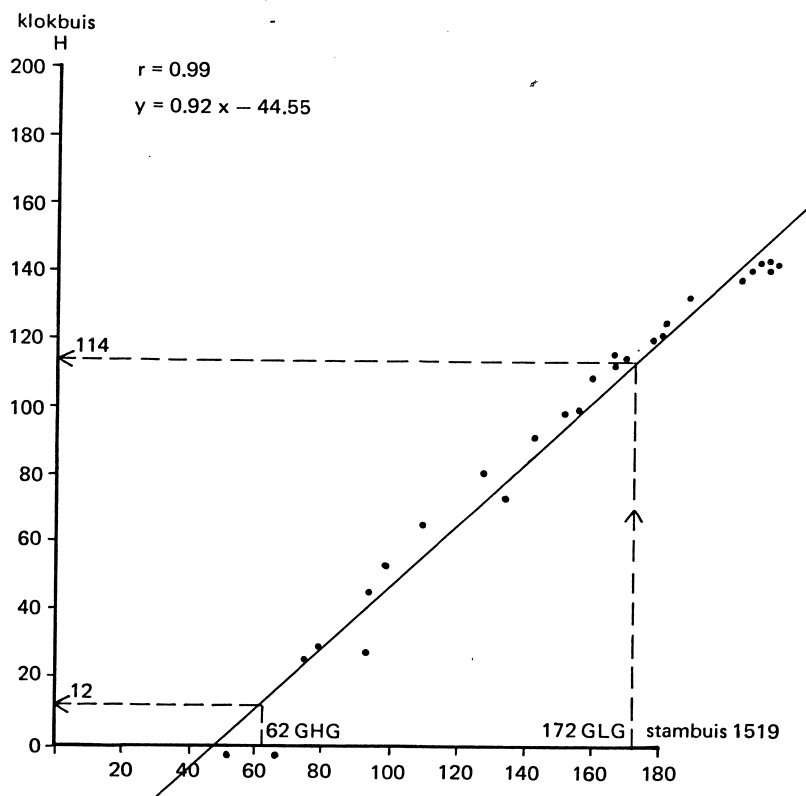
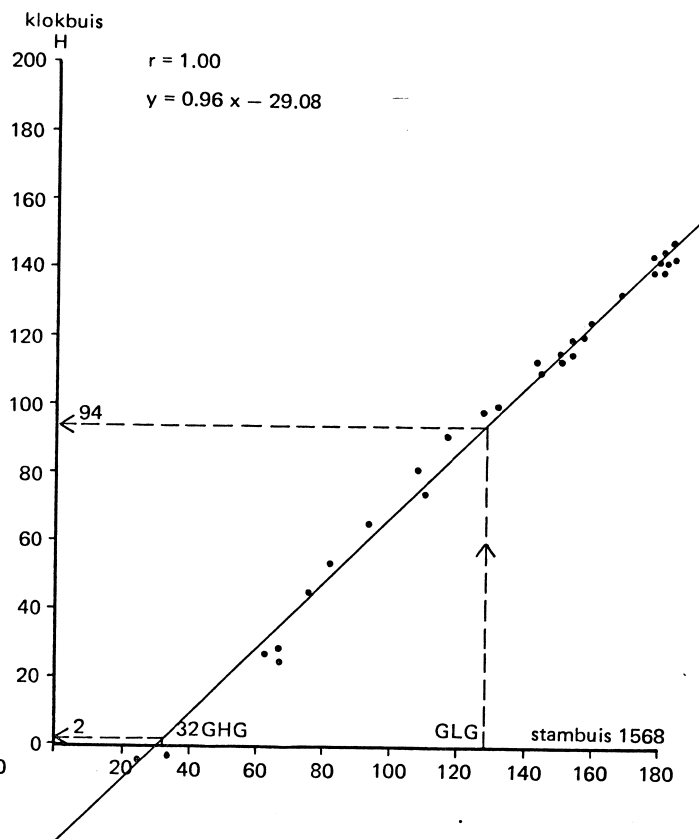
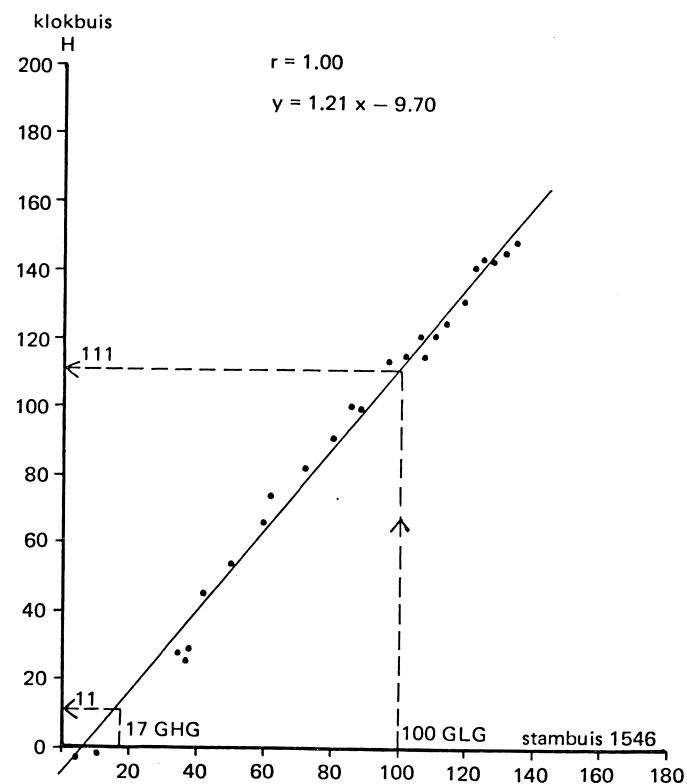
Bij het hanteren van de "Methode van karakteristieke grondwaterstanden" zal men er van moeten uitgaan dat in de te ijken punten, in dit geval in de klokbuizen, de gemeten standen ook ongeveer even dicht nabij de GHG, resp. de GLG zullen liggen. Ligt de veldschatting van de GHG, resp. de GLG op een beduidend grotere afstand van de gemeten stand, dan zal aan de juistheid van die veldschatting getwijfeld mogen worden.

Voor de klokbuizen zullen we nu de karakteristieke standen bespreken en nagaan hoe die liggen t.o.v. de veldschattingen.

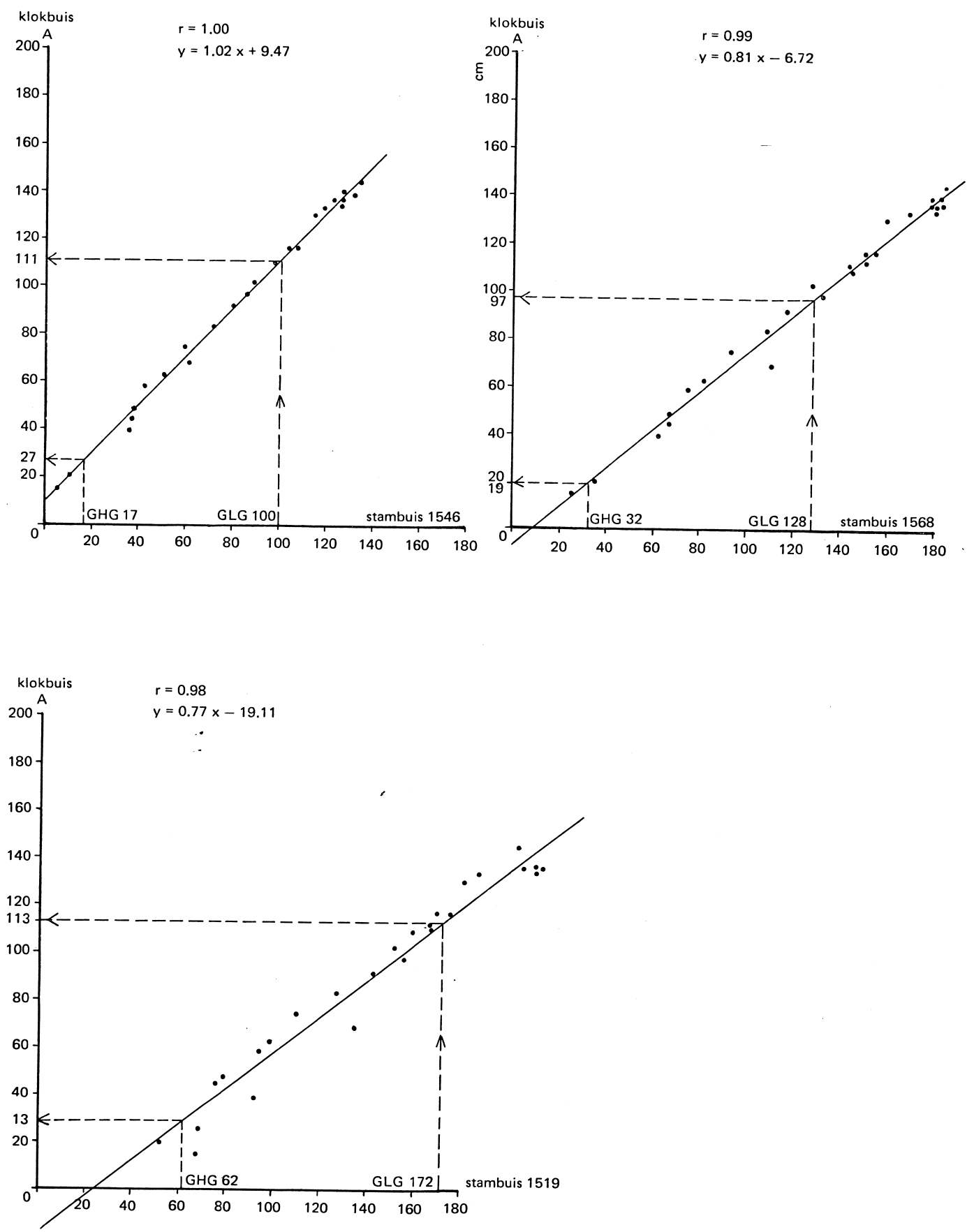
Bij de klokbuizen "natter deel" liggen de op 28/ 1 '71 gemeten standen ongeveer gelijk met het maaiveld, tevens liggen ze ongeveer 15 cm hoger dan de veldschattingen voor de GHG. In de klokbuizen "droger deel" liggen de op 28/ 1 '71 gemeten standen 15 à 30 cm beneden maaiveld, tevens liggen ze ongeveer 10 cm hoger dan de veldschattingen.

De karakteristieke standen voor de GLG, gemeten op 19/ 7 '71, liggen bij de klokbuizen tussen 100 en 130 cm; de veldschattingen voor de GLG liggen tussen 0 en 14 cm hoger dan de gemeten standen. Bij klokbuis Kl, Gt Va, is het verschil tussen karakteristieke stand en GLG zo groot dat aan de veldschatting mag worden getwijfeld; reeds in hfdst. 4 is genoemd dat voor deze klokbuis de veldschatting van de GLG niet juist zal zijn.

Gezegd kan worden dat de "Methode van karakteristieke grondwaterstanden" een goed ondersteuning kan bieden aan de veldschattingen; grote afwijkingen daarin kunnen met behulp van deze methode worden aangetoond.



Afb. 10 Spreidingsdiagrammen van klokbus H, Gt IIIa, tegen de stambuisen 1546, 1568 en 1519. Periode 1970 - '72



Afb. 11 Spreidingsdiagrammen van klokbus A, Gt IIIb, tegen de stambuisen 1546, 1568 en 1519. Periode 1970 - '72

7. TOEPASSING VAN "BEPALING M.B.V. SPREIDINGSDIAGRAMMEN"

In stencil 4898 wordt genoemd dat voor het toepassen van deze methode een reeks van opnamen nodig zijn, die zich zo mogelijk moeten uitstrekken over het gehele traject van de normale grondwaterstandsschommeling. Na een voorgeschreven selectie wordt een deel van de gemeten standen in een spreidingsdiagram uitgezet tegen die in een stambuis. Via de vervolgens door de puntenzwerm getekende rechte regressielijn, kunnen de GHG- en GLG-waarden van de stambuis worden overgebracht naar het meetpunt (peilbuis, ect.).

Voor de klokbuizen is deze methode drie keer toegepast. Eerst voor de periode 70-72, daarna voor de periode 70-75 en tenslotte is voor de periode 70-75 de rechte regressielijn in de spreidingsdiagrammen vervangen door een uit de hand getrokken lijn.

7.1 Periode 70-72

Over de periode 70-72 waren 70 wekelijkse opnamen beschikbaar van zowel de stambuizen als van de klokbuizen; na de voorgeschreven selectie zijn 30 daarvan gebruikt voor het uitzetten in spreidingsdiagrammen. De ligging van de regressielijn en de correlatie is steeds berekend en bij ieder spreidingsdiagram vermeld. In de afb. 10 en 11 zijn voorbeelden gegeven van een klokbuis uit het "natter deel" en van een klokbuis uit het "droger deel", beide tegen elk van de drie stambuizen.

In al de 21 getekende spreidingsdiagrammen liggen de punten zeer nauw rond de rechte regressielijn; de correlatie ("r") varieert van 0,96 tot 1,00. Vanwege de droge winters zijn er nog wat weinig standen rond het GHG-niveau.

In tabel 5 staan de GHG's voor de klokbuizen zoals die over de periode 70-72 via spreidingsdiagrammen zijn overgebracht vanuit de drie stambuizen. Het eerste wat opvalt is het duidelijk GHG-verschil tussen "natter deel" en "droger deel". Dit verschil is ongeveer gelijk aan de verschillen in hoge standen op de tijdstijghoogte-diagrammen (bijlagen 1 en 2), dus i.h.a. groter dan het verschil in de veldschattingen. Echter zeker voor een deel moet aan de juistheid van die GHG's getwijfeld worden.

Voor de drie klokbuizen van het "natter deel" staan in tabel 5 in totaal 9 GHG's. Het blijkt dat daarvan 1 boven maaiveld ligt; gelet de HG3-methode kan een GHG boven maaiveld nooit waar zijn.

				Klokbuizen N=30							
				Natter deel			Droger deel				
				H IIIa	N IIIa	Kl Va	Ke IIIb	B Vb	A IIIb	C Vb	
Veldschatting:				15	15	10	40	25	30	40	
-----				-----							
Overbrenging vanuit stambuis	{	Gt.	GHG								
		1546	IIIa	17	11	14	3	51	32	27	34
		1568	Vb	32	2	5	+ 6	43	23	19	22
		1519	Vb	62(46)	12	15	3	52	32	29	35

Tabel 5. GHG-overbrenging van stambuis naar klokbus via spreidingsdiagrammen, periode 70-72.

Bij stambuis 1519 staat tussen haakjes de GHG vóór de uitgevoerde correctie (zie tabel 3).

	Klokbuizen							N=30		
	Natter deel			Droger deel						
	H	N	Kl	Ke	B	A	C			
	IIIa	IIIa	Va	IIIb	Vb	IIIb	Vb			
Veldschatting:	100	105	125	120	130	105	130			
Overbrenging	Gt	GLG								
vanuit	1546	IIIa	100	111	114	100	131	127	111	120
stambuis	1568	Vb	145(128)	110	114	98	130	125	111	119
	1519	Vb	172	114	116	101	132	130	113	125

Tabel 6 GLG-overbrenging van stambuis naar klokbus via spreidingsdiagrammen, periode 70-72.

Bij stambuis 1568 staat tussen haakjes de GLG vóór de uitgevoerde correctie (zie tabel 3).

Tussen 0 en 10 cm liggen 4 GHG's. Bij de stambuizen in open zandgronden met Gt III en Gt V komt niet of nauwelijks een GHG voor ondieper dan 10 cm. De kans dat deze 4 GHG's juist zijn is daarom uiterst gering.

Voor de vier klokbuizen van het "droger deel" staan in tabel 5 in totaal 12 GHG's; deze liggen alle dieper dan 10 cm beneden maaiveld en zouden wat dat betreft wel juist kunnen zijn. Nemen we echter voorlopig aan, in overeenstemming met de veldschattingen, dat de GHG-grens tussen "natter deel" en "droger deel" op ± 25 cm ligt, dan wordt de kans op juistheid bij een deel van die 12 GHG's geringer. Er blijken 3 GHG's ondieper te liggen dan 25 cm en daarvan ligt 1 zelfs ondieper dan 20; met name voor deze laatste achten we de kans gering dat die juist zal zijn. Tenslotte liggen 3 GHG's dieper dan 40 cm, doch dat is voor "droger deel" niet zo onaannemelijk. Echter 2 daarvan liggen dieper dan 50 cm en ook daarvoor achten we de kans gering dat die juist zullen zijn.

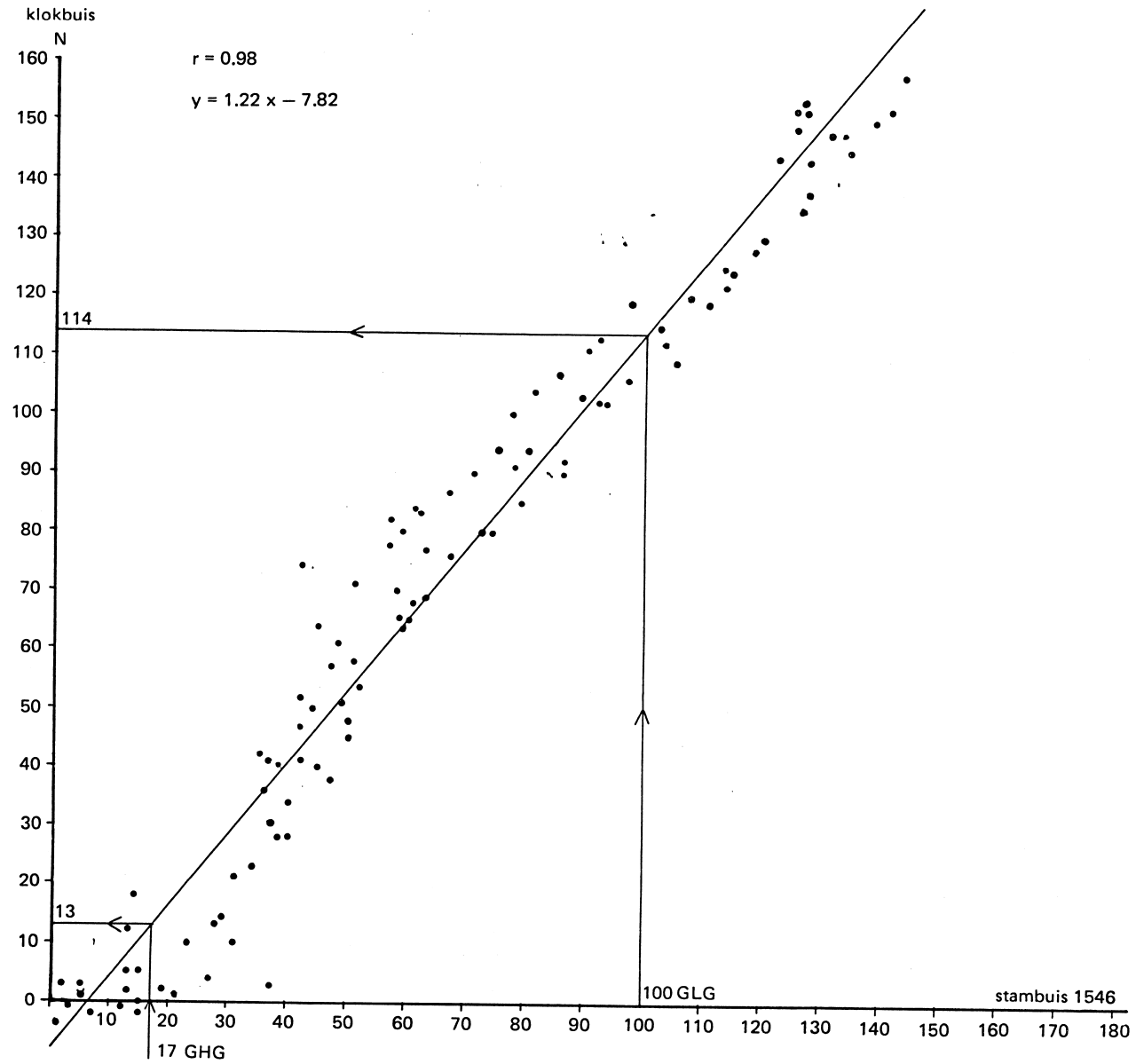
Verder blijkt uit tabel 5 dat vanuit de drie stambuizen er per klokbus ook drie verschillende GHG's verkregen zijn en dat die 9 tot 13 cm uit elkaar kunnen liggen. Het is moeilijk om daaruit een verantwoorde keuze te doen.

Wat betreft de ondersteuning aan de veldschattingen zij opgemerkt dat de op deze wijze verkregen GHG's op afstanden van 0 tot 18 cm van de veldschattingen liggen; ze bieden dus een goede ondersteuning. Gezien de genoemde GHG-verschillen per klokbus in tabel 5 en gezien de twijfels betreffende de juistheid van sommige GHG's daarin, is er geen reden om aan te nemen dat de GHG's overgebracht vanuit welke stambuis dan ook, de "echte" GHG beter zullen benaderen dan de veldschattingen.

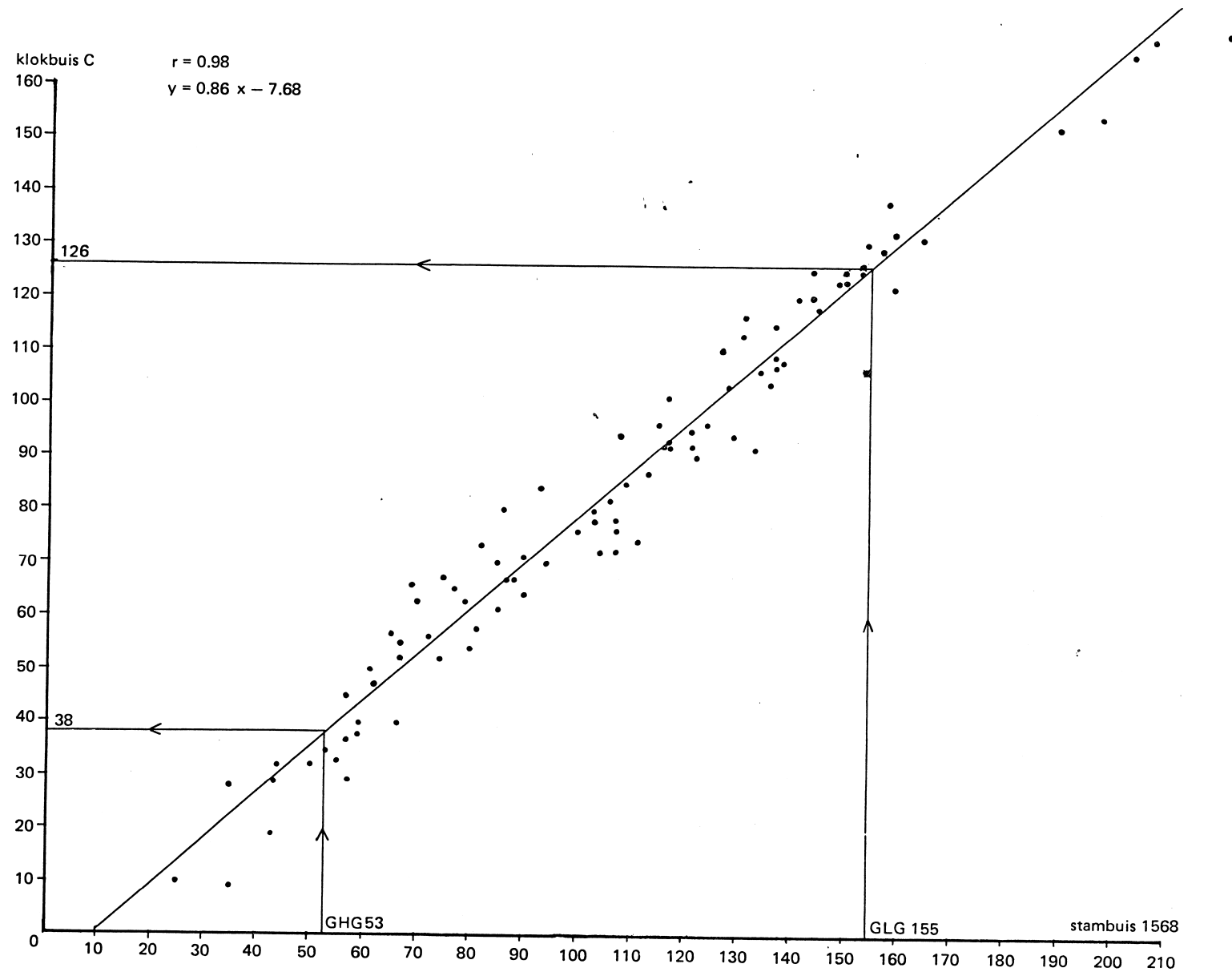
In tabel 6 staan de GLG's voor de klokbuizen, Per klokbus blijkt vrijwel geen verschil te bestaan tussen de overbrengingen vanuit de drie stambuizen, grootste verschillen zijn 2 tot 6 cm. Uitgezonderd bij klokbus Kl, wijken de veldschattingen 5 tot 14 cm af van deze GLG's. De veldschattingen lijken dus de "echte" GLG redelijk te benaderen.

7.2 Periode 70-75

Over deze periode waren niet 70, doch 210 wekelijks gemeten standen beschikbaar; na de voorgeschreven selectie zijn 100 daarvan uitgezet in spreidingsdiagrammen. Ook nu liggen in alle combinaties de punten zeer nauw rond de rechte regressielijn, de



Afb. 12 Spreidingsdiagram van klokbuis N. Gt IIIa, tegen stambuis 1546. Periode 1970 - '75



Afb. 13 Spreidingsdiagram van klokbus C. Gt Vb tegen stambuis 1568. Periode 1970 - '75

				Klokbuizen N=100							
				Natter deel			Droger deel				
				H IIIa	N IIIa	Kl Va	Ke IIIb	B Vb	A IIIb	C Vb	
Veldschatting:				15	15	10	40	25	30	40	
		Gt	GHG								
Overbrenging vanuit stambuis	1546	IIIa	17	5	13	6	40	28	28	42	
	1568	Vb	53(22)	+ 1	6	+ 1	36	20	23	38	
	1519	Vb	66(46)	9	16	8	44	28	33	47	

Tabel 7. GHG-overbrenging van stambuis naar klokbus via spreidingsdiagrammen, periode 70-75.

Bij de stambuisen 1568 en 1519 staan tussen haakjes de GHG's vóór de uitgevoerde correcties (zie tabel 3).

				Klokbuizen N=100							
				Natter deel			Droger deel				
				H IIIa	N IIIa	Kl Va	Ke IIIb	B Vb	A IIIb	C Vb	
Veldschatting:				100	105	125	120	130	105	130	
		Gt.	GLG								
Overbrenging vanuit stambuis	1546	IIIa	100	109	114	100	126	127	111	129	
	1568	Vb	155(128)	106	111	98	123	125	109	126	
	1519	Vb	172	110	117	104	128	130	112	128	

Tabel 8. GLG-overbrenging van stambuis naar klokbus via spreidingsdiagrammen, periode 70-75.

Bij stambuis 1568 staat tussen haakjes de GLG vóór de uitgevoerde correctie (zie tabel 3).

correlatie ("r") varieert van 0,93 tot 1,00. Door de natte winter van 1974-75 zijn er nu echter voldoende standen rond het GHG-niveau. Van de 21 getekende spreidingsdiagrammen zijn er twee als voorbeelden gegeven in de afb. 12 en 13.

In tabel 7 staan de via deze spreidingsdiagrammen overgebrachte GHG's. Duidelijk is weer het GHG-verschil tussen de klokbuizen "natter deel" en "droger deel". Dat verschil is ook hier, evenals in de periode 70-72, ongeveer gelijk aan het verschil tussen de hoge standen op de tijdstijghoogte-diagrammen (bijlage 1 en 2) en i.h.a. dus groter dan de verschillen in de veldschattingen.

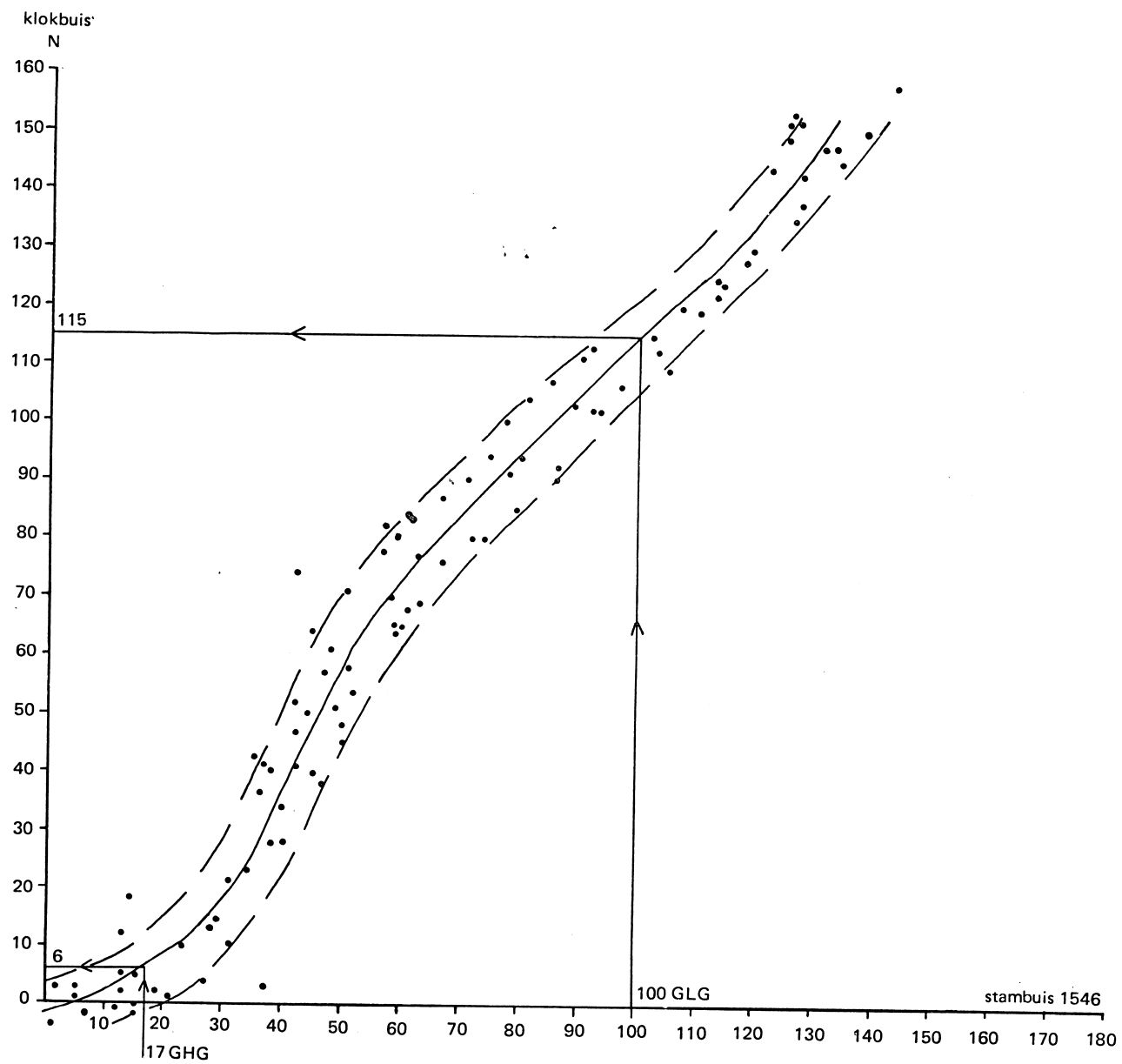
Van de 9 GHG's voor het "natter deel" liggen er nu 2 boven maaiveld en verder nog 5 tussen 0 en 10 cm; het aantal GHG's waarvan de juistheid betwijfeld moet worden, zie vorige paragraaf, is hier dus groter dan bij de overbrengingen in de periode 70-72. Van de 12 GHG's voor het "droger deel" is dit aantal echter geringer geworden. Daarvan zijn er nu 2 ondieper dan 25 cm, ondieper dan 20 cm komt niet meer voor; dieper dan 40 cm liggen er ook nu nog 3, doch dieper dan 50 cm komt niet voor.

Over het algemeen kan gezegd worden dat de GHG's in tabel 7 ondieper liggen dan in tabel 5. Opvallend is wel dat de beide klokbuizen in het ruilverkavelingsgebied (klokbuizen A en C) nu dieper liggende GHG's hebben; kennelijk door invloed van het verbeterde ontwateringsstelsel op de hoogte van de ondiepe standen. Deze diepere ligging is ook meer in overeenstemming met de verhouding bij de veldschattingen.

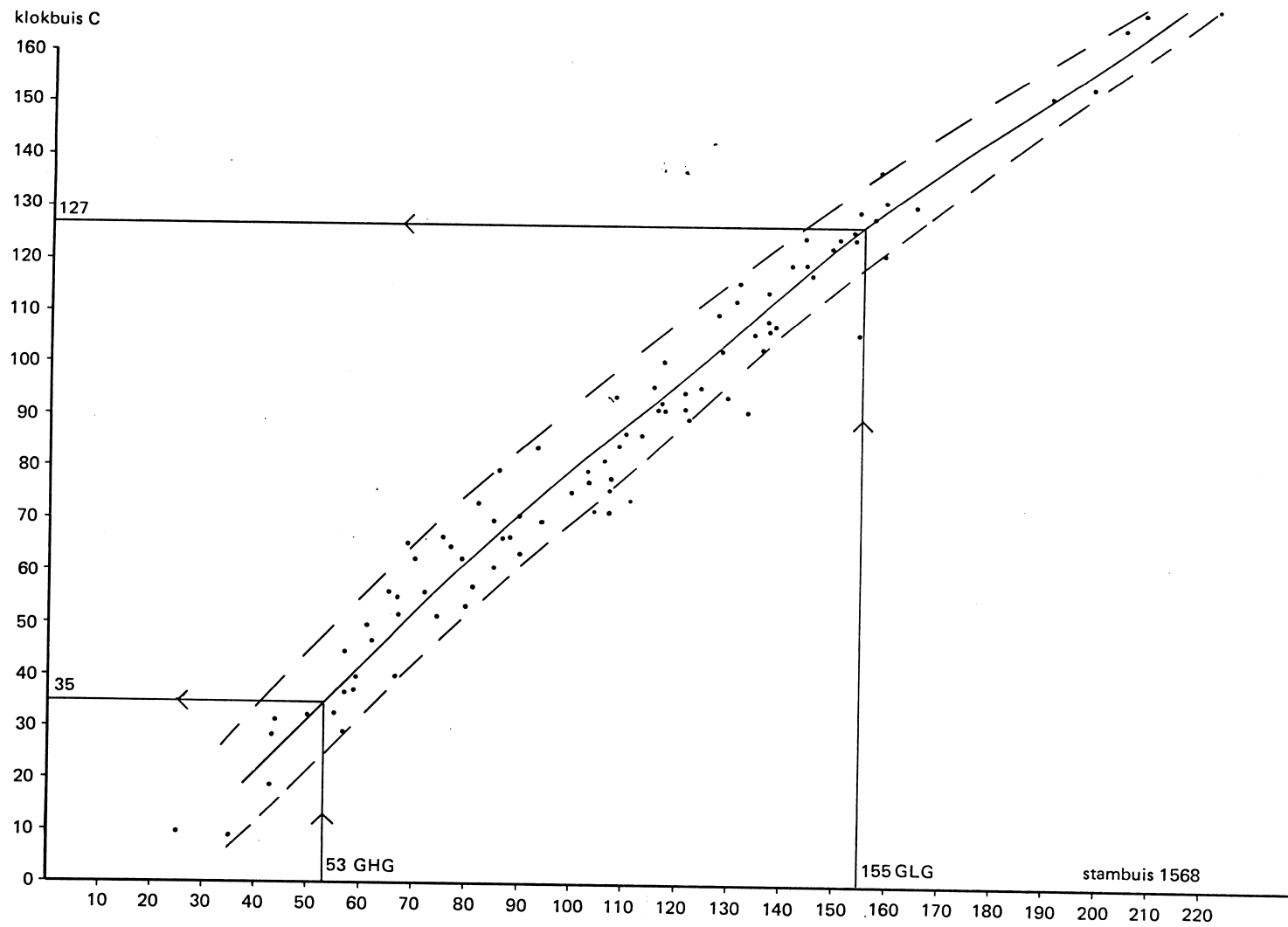
De grootste verschillen per klokbuis tussen de GHG's afgeleid uit de drie stambuizen is nu 8 tot 10 cm, dat is iets geringer dan in de periode 70-72.

Wat betreft de ondersteuning aan de veldschattingen kan gezegd worden dat deze GHG's 0 tot 16 cm dicht bij de veldschattingen liggen. Dit is niet noemenswaard anders dan in de periode 70-72; men kan uitspreken dat een goede ondersteuning van de veldschattingen is verkregen. Evenals voor de periode 70-72 is opgemerkt, is ook nu niet te stellen dat de afleidingen vanuit welke stambuis dan ook de "echte" GHG beter benaderd zullen hebben dan de veldschattingen.

Tabel 8 geeft GLG's. Per klokbuis is er geen groot verschil in de overbrengingen, grootste verschillen zijn 3 tot 6 cm. Het geheel is nagenoeg gelijk aan de GLG-overbrengingen in de periode 70-72, zie tabel 6.



Afb. 14 Spreidingsdiagram van klokbus N. Gt IIIa, tegen stambuis 1546 met een uit de hand getrokken regressielijn. Periode 1970 - '75



Afb. 15 Spreidingsdiagram van klokbus C. Gt Vb tegen stambuis 1568 met een uit de hand getrokken regressielijn. Periode 1970 - '75

				Klokbuizen N=100							
				Natter deel			Droger deel				
				H IIIa	N IIIa	Kl Vb	Ke IIIb	B Vb	A IIIb	C Vb	
Veldschatting:				15	15	10	40	25	30	40	
		Gt	GHG								
Overbrenging vanuit stambuis	1546	IIIa	17	0	6	0	37	20	25	40	
	1568	Vb	53(32)	+ 3	+ 1	+ 2	32	3	22	35	
	1519	Vb	66(46)	0	9	3	40	23	30	48	

Tabel 9. GHG-overbrenging van stambuis naar klokbus via spreidingsdiagrammen, periode 70-75 doch nu overgebracht via een met de hand getrokken regressielijn.

				Klokbuizen N=100							
				Natter deel			Droger deel				
				H IIIa	N IIIa	Kl Va	Ke IIIb	B Vb	A IIIb	C Vb	
Veldschatting:				100	105	125	120	130	105	130	
		Gt	GLG								
Overbrenging vanuit stambuis	1546	IIIa	100	111	115	100	126	127	112	126	
	1568	Vb	155(128)	108	114	102	123	128	110	127	
	1519	Vb	172	116	122	107	130	133	116	130	

Tabel 10. GLG-overbrenging van stambuis naar klokbus via spreidingsdiagrammen, periode 70-75 doch nu overgebracht via een met de hand getrokken regressielijn.

7.3 Vervangen van een rechte regressielijn door een uit de hand getrokken lijn

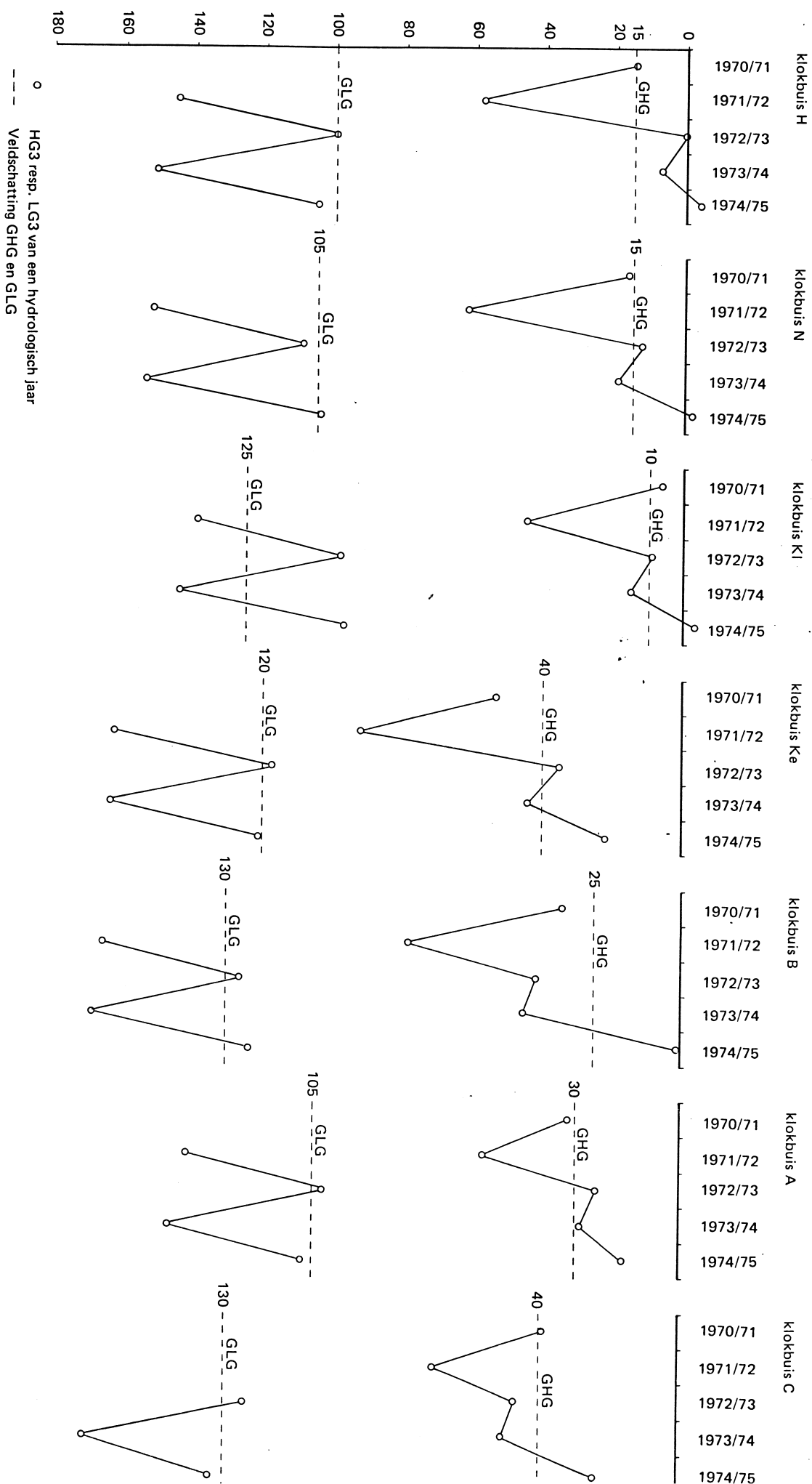
Bij deze methode wordt op één punt afgeweken van de voorschriften instencil 4898. Er is namelijk niet een rechte regressielijn gebruikt, doch uit de hand is door de puntenzwerm een regressielijn getrokken die zo goed mogelijk het midden van de concentratie van de punten weergeeft. Verwacht wordt wel dat via zo'n lijn met name de GHG in meerdere gevallen op een aanvaardbaarder niveau is over te brengen. In de afb. 14 en 15 zijn twee voorbeelden gegeven van de 21 spreidingsdiagrammen met een uit de hand getrokken regressielijn.

Deze methode is alleen toegepast voor de periode 70-75, omdat alleen in die periode een behoorlijk aantal gegevens rond de GHG aanwezig waren. In tabel 9 staan de zo verkregen GHG's en in tabel 10 de GLG's.

In tabel 9 komt bij de GHG-overbrengingen het verschil tussen "natter deel" en "droger deel" er weer duidelijk uit, echter met uitzondering van klokbus B. Verder valt het op dat de 9 GHG's voor het "natter deel" alle ondieper liggen dan 10 cm; 8 daarvan liggen zelfs gelijk of boven maaiveld. Van de 12 GHG's voor het "droger deel" liggen er 4 ondieper dan 25 cm en daarvan ligt 1 (klokbus B) zelfs ondieper dan 10 cm. Tenslotte blijkt dat per klokbus de grootste verschillen tussen de drie GHG's nu 8 tot 20 cm groot zijn, het verschil met de veldschattingen is 0 tot 22 cm.

Resumerend kan gezegd worden dat het overbrengen van de GHG met deze methodiek, niet beter doch eerder slechter is.

Het overbrengen van de GLG in tabel 10 geeft weinig aanleiding tot opmerkingen. Per klokbus is de spreiding in de GLG 4 tot 8 cm, dat is vrijwel gelijk aan de 3 tot 6 cm in tabel 8; wel liggen de GLG's een weinig dieper. Ook hiervan kan gezegd worden dat het toepassen van deze methodiek niet gunstiger lijkt dan het overbrengen via een rechte regressielijn.



Afb. 16 HG3's en LG3's van de klokbuizen over de periode 1970 - '75 t.o.v. GHG en GLG veldschating

	Stambuizen			Klokbuizen						
	1546 IIIa	1568 Vb	1519 Vb	Natter deel			Droger deel			
				H IIIa	N IIIa	Kl Va	Ke IIIb	B Vb	A IIIb	C Vb
GHG 15 GHG: veldschatting	17	(32) 53	(46) 66							
				15	15	10	40	25	30	40
GHG 5 Idem doch gecorri- geerd i.v.m. geringe neerslag	22	67	80	15	21	14	49	40	31	46
	18	54	64	12	17	11	39	32	25	37

Tabel 11. GHG-overbrenging van stambuis naar klokbus met de HG3-methode, periode 70-75.

"GHG 15" is de GHG berekend over 15 jaar, eventueel gecorrigeerd voor de periode 70-75 (niet gecorrigeerde cijfers staan tussen haakjes).

"GHG 5" is de GHG zoals die berekend is uit de wekelijks gemeten standen in de periode 70-75.

	Stambuizen			Klokbuizen						
	1546 IIIa	1568 Vb	1519 Vb	Natter deel			Droger deel			
				H IIIa	N IIIa	Kl Va	Ke IIIb	B Vb	A IIIb	C Vb
GLG 15 GLG veldschatting	100	(128) 155	172	100	105	125	120	130	105	130
GLG 4 Idem doch gecorri- geerd i.v.m. geringe neerslag	114 103	175 157	192 173	125 112	130 117	119 107	141 127	146 131	124 112	143 129

Tabel 12. GLG-overbrenging van stambuis naar klokbus met de LG3-methode, periode 70-75.

"GLG 15" is de GLG berekend over 15 jaar, eventueel gecorrigeerd over de periode 70-75 (niet gecorrigeerde cijfers staan tussen haakjes).

"GLG 4" is de GLG zoals die berekend is uit de wekelijks gemeten standen in de periode 70-75.

8. TOEPASSING VAN "HG3- EN LG3-METHODE"; periode 70-75

Voor de controle op de veldschattingen van de GHG en GLG voor de klokbuizen is ook de "HG3- en LG3-methode" toegepast, zij het op een enigszins andere wijze uitgevoerd dan beschreven in stencil 4898.

Wachtende op het voorkomen van een natte winterperiode, strekten de waarnemingen zich inmiddels uit over meer dan 4 hydrologische jaren; 5 winterperioden en 4 keer een groeiseizoen. Dit gaf de mogelijkheid om 5x een HG3 en 4x een LG3 vast te stellen. Daar de metingen bij dit onderzoek ongeveer 2x zo intensief zijn als normaal voor de stambuizen het geval is, zijn nu niet de hoogste drie en de laagste drie standen gemiddeld, doch de hoogste zes en de laagste zes. De aldus verkregen HG3's en LG3's voor de klokbuizen zijn grafisch voorgesteld in afb. 16, tevens is daarin met een lijn de veldschatting van de GHG en GLG aangegeven.

Uit de 5 HG3's en uit de 4 LG3's is ook een GHG en GLG berekend, deze staan vermeld in resp. tabel 11 en 12. Ter onderscheiding zullen we deze "GHG 5" en "GLG 4" noemen en alleen in dit hoofdstuk voor de stambuizen de geldende GHG en GLG voor de periode 70-75 als "GHG 15" en "GLG 15".

Het is mogelijk om bij de stambuizen de GHG 5 en GHG 15 met elkaar te vergelijken, in tabel 11 staan ze onder elkaar. Het blijkt dat de GHG 5 steeds wat lager ligt dan de GHG 15. Dit verbaast geenszins. Immers in de winterperioden van dit onderzoek is gemiddeld slechts 79% van de normale hoeveelheid neerslag gevallen, zie hfdst. 3. Was die neerslag meer geweest dan zouden ook meer hoge standen zijn voorgekomen, daardoor zouden de HG3's hoger liggen en ook de daaruit berekende GHG's.

Op grond daarvan zijn de GHG 5's, zowel bij de stambuizen als bij de klokbuizen, met 20% naar boven gecorrigeerd en die cijfers staan in tabel 11 op de onderste regel. Bij de stambuizen zien we dat ze daardoor vrijwel gelijk geworden zijn aan de GHG 15! We nemen aan dat bij de klokbuizen de "echte" GHG nu even dicht benaderd zal zijn en menen te mogen zeggen dat hiermee de GHG voor de klokbuizen is vastgesteld.

Uit deze GHG-vaststelling kan geconstateerd worden dat:
-- de veldschattingen bij de klokbuizen de "echte" GHG op 1 tot 7 cm nauwkeurig hebben benaderd.

Daar veldschattingen de basis vormen van iedere Gt-kaart, is dit een waardevolle constatering.

- bij de klokbuizen van het "natter deel" de GHG inderdaad niet boven maaiveld ligt en evenmin ondieper dan 10 cm.
- aan geen der klokbuizen van het "droger deel" Gt IV of Gt VI is toe te kennen.
- een GHG-grens van 25 cm tussen "natter deel" en "droger deel" een redelijke benadering is, die evenwel niet exact gehanteerd moet worden.

In tabel 12 staan de GLG's op identieke wijze als de GHG's in tabel 11. Bij de drie stambuizen blijken de GLG 4's iets dieper te liggen dan de GLG 15's. De totale hoeveelheid neerslag in de periode 70-75 is 88% van de normale hoeveelheid, zie hfdst. 3. Al de GLG 4's zijn daarop met 10% naar boven gecorrigeerd en die cijfers staan weer op de onderste regel. Bij de stambuizen blijken deze daarna vrijwel gelijk te zijn aan de GLG 15's; bij de klokbuizen zal daarom de "echte" GLG even dicht benaderd zijn. Ook nu kan gezegd worden dat hiermee de GLG voor de klokbuizen is vastgesteld.

Uit deze GLG-vaststelling kan geconstateerd worden dat:

- de veldschattingen bij de klokbuizen de werkelijke GLG op 1 tot 12 cm nauwkeurig hebben benaderd, (behalve bij klok-buis Kl, zie daarvoor hfdst. 9).

Evenals voor de GHG is dit een waardevolle constatering.

9. GLG-VELDSCHATTINGEN VAN KLOKBUIS Kl, Gt Va

In vorige hoofdstukken is gezegd dat in een afzonderlijk hoofdstuk nader zou worden ingegaan op de veldschatting voor de GLG bij klokbuis Kl. Die klokbuis staat aangegeven als Gt Va, uit al de uitgevoerde vergelijkingen bij dit onderzoek blijkt deze stambuis zich te gedragen als een Gt IIIa. Een nadere toelichting op die veldschatting lijkt dan ook gewenst.

De klokbuis Kl staat in lage gedeelten van Veldpodzolgronden Hn21. Bij de kaartbladenkartering, schaal 1 : 50 000, zijn deze lage gedeelten Gt III genoemd; bij de later uitgevoerde opdracht-kartering voor de ruilverkaveling Ruurlo zijn ze aangegeven als Gt Va. Vanwaar dit verschil?

Tijdens de kartering Ruurlo werd de indruk verkregen dat het grondwater in de betreffende kaartvlakken bij de lage standen dieper gedaald was dan in kaartvlakken met beekerdgronden op Gt IIIa. In een aantal open boorgaten zijn daarop grondwaterstanden gemeten; meerdere opnamen in een lange periode waarin de grondwaterstanden rond het GLG-niveau schommelde. Op grond van die metingen leek toen een weergave als Gt Va de meest juiste; de grondwaterstanden lagen in deze veldpodzolgronden 20 à 30 cm lager dan in de beekerdgronden. Voor de veldpodzolgronden is toen aangenomen dat de GLG \pm 20 cm dieper lag dan op grond van de kenmerken was geschat.

Bij de aanvang van dit onderzoek werd ter plaatse van klokbuis Kl op grond van de kenmerken een GLG geschat van 100 à 105 cm; gezien de metingen tijdens de kartering Ruurlo werd de GLG 20 cm dieper gesteld en zo staat als veldschatting "125 cm" aangegeven.

Inmiddels is dus gebleken dat de eerdere beoordeling als Gt III juist is geweest dan de latere beoordeling als Gt Va. Daar er momenteel veel grondwaterstanden gemeten zijn kan men zich de vraag stellen of nu ook verklaard kan worden waarom de tijdens de kartering Ruurlo uitgevoerd grondwaterstandsvergelijking tot een onjuiste conclusie heeft geleid.

Zoals gezegd is bij de kartering Ruurlo gemeten tijdens een (lange) periode waarin het grondwater rond het GLG-niveau schommelde; dat waren dus geen metingen tijdens dalend grondwater.

Code klokbuis Gt-veldschatting Kaarteenheid	Klokbuizen						
	Natter deel			Droger deel			
	H IIIa pZn	N IIIa pZn	Kl Va Hn	Ke IIIb pZg	B Vb Hn	A IIIb pZg	C Vb pZn
Vastgestelde GLG	112	117	107	127	131	112	129
Opn. v. 19-7-'71 = Dalend grondwater	113	119	101	126	130	110	120
Opn. v. 6-12-'71 = Grondw. schommelt rond de GLG	104	122	115	130	143	104	-

Tabel 13. Vergelijking van lage grondwaterstanden tijdens dalend grondwater (19/ 7 '71) en tijdens een periode waarin het grondwater schommelt rond het GLG-niveau (6/12 '71).

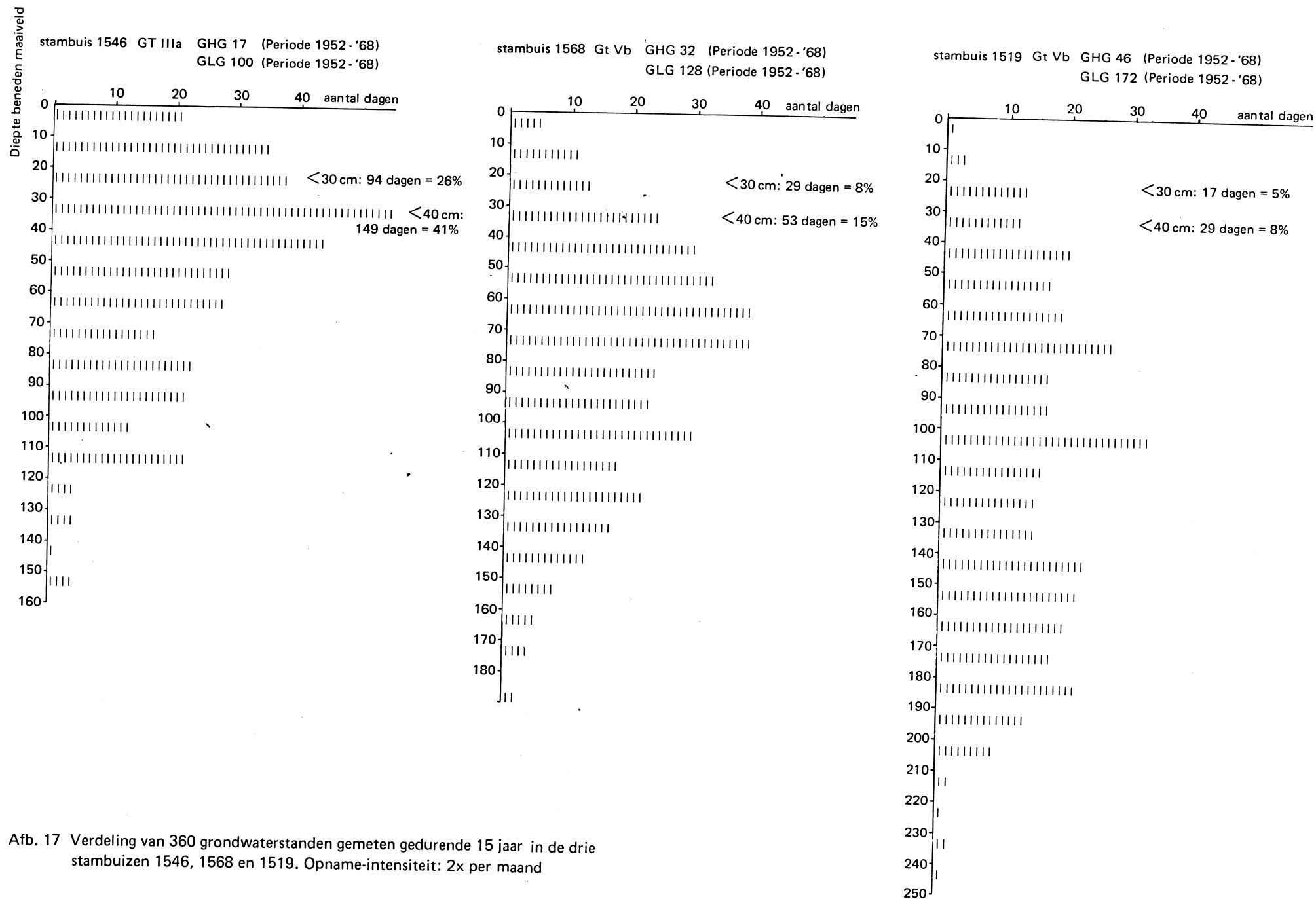
In het laatste geval blijkt het grondwater in de Veldpodzolgronden (kaarteenheid Hn) dieper gedaald te zijn t.o.v. het GLG-niveau dan het grondwater in de Gooreerdgronden (pZn) en in de Beekeerdgronden (pZg).

Uit het huidige onderzoek zijn metingen beschikbaar uit beide soorten van periode en daaruit kunnen standen met elkaar vergeleken worden om te zien of er specifieke verschillen in grondwaterstanden naar voren komen.

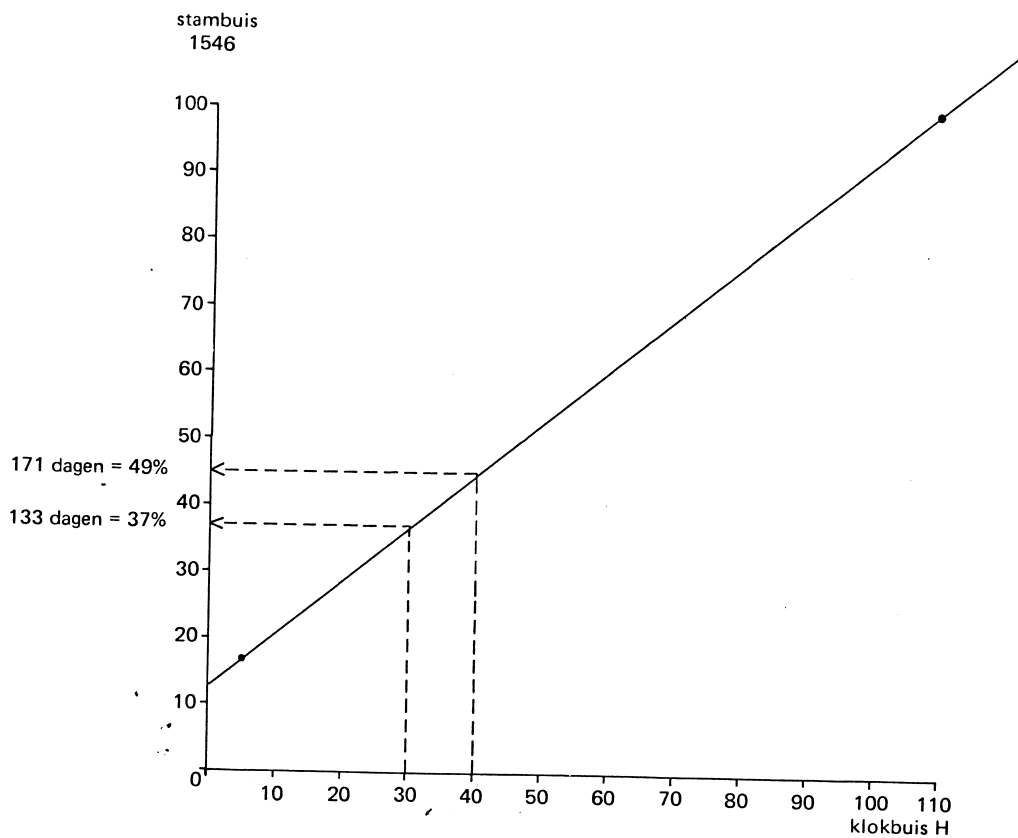
Bij het toepassen van de "Methode van karakterisieke grondwaterstanden" (hfdst. 6) is voor de GLG gekozen de datum 19/ 7 '71; dat is dus een stand bij "dalend grondwater". Een datum voor grondwater "schommelend rond het GLG-niveau" kon gemakkelijk gevonden worden in de daarop volgende herfst en winter, gekozen is: 6/12 '71. In tabel 13 zijn de grondwaterstanden op beide data weergegeven; ter vergelijking staan bovenaan in die tabel de inmiddels vastgestelde GLG's voor de klokbuizen, zie vorig hoofdstuk.

We zien in tabel 13 dat op 6/12 '71 in de klokbuizen Kl en B (beide veldpodzolgronden) het grondwater circa 14 cm lager stond dan op 19/ 7 '71; in de andere klokbuizen (beekeerdgronden en gooreerdgronden) waren op dat moment de standen hetzij 3 of 4 cm lager, hetzij 6 of 9 cm hoger. In de veldpodzolgronden heeft blijkbaar het wegzakken van het grondwater zich langer voortgezet.

Metingen in een periode waarin het grondwater rond het GLG-niveau schommelt kan dus duidelijk andere verhoudingen te zien geven dan metingen voor de GLG tijdens dalend grondwater. In stencil 4898 wordt terecht genoemd om metingen voor de "Methode van karakteristieke grondwaterstanden" uit te voeren tijdens dalend grondwater.



Afb. 17 Verdeling van 360 grondwaterstanden gemeten gedurende 15 jaar in de drie stambuizen 1546, 1568 en 1519. Opname-intensiteit: 2x per maand



Afb. 18 Afleiding van tijdsduur ondiepe standen voor klokbus H uit de gegevens van stambuis 1546.

Via de regressielijn worden voor stambuis 1546 de overeenkomende diepten bepaald met 30 en 40 cm diepte van klokbus H. In de afb. 17 is daarop na te gaan de tijd dat het grondwater in stambuis 1546 boven die diepten heeft gestaan. Voor klokbus H zal dat de tijdsduur zijn van grondwater hoger dan 30 of hoger dan 40 cm

10. VERSCHILLEN IN TIJDSDUUR VAN ONDIEPE STANDEN

Gronden zijn natter naarmate de totale tijdsduur van ondiepe standen groter is. Voor het "natter deel" mag daarom een langere tijdsduur verwacht worden dan voor het "droger deel". Hoeveel deze groter is proberen we in dit hoofdstuk na te gaan. Voor "ondiep" denken we daarbij aan grondwater hoger dan 30 of hoger dan 40 cm.

Voor het redelijk betrouwbaar bepalen van die tijdsduur zal men moeten uitgaan van langjarige metingen in stambuizen. In stencil 4898 is de verwachting uitgesproken dat na een periode van 15 jaar opnemen, de verdeling van de standen in de stambuizen zodanig zal zijn dat de GHG- en de GLG-berekening nietnoemenswaard meer zal veranderen bij het verwerken van nog meer standen. Dit houdt o.i. ook in dat dan na 15 jaar de verdeling van alle gemeten standen over de diepte representatief zal zijn. In de stambuizen wordt op twee dagen in een maand gemeten; na 15 jaar zijn dus van $15 \times 2 \times 12 = 360$ dagen een stand bekend.

Voor de drie stambuizen die bij dit onderzoek gebruikt zijn is de verdeling van deze 360 standen over de diepte uitgezet in intervallen van 10 cm, zie afb. 17. Per stambuis valt af te lezen hoe vaak het grondwater ondieper dan 30 of ondieper dan 40 cm gemeten is; de gegevens van die diepten staan in de afbeelding nog eens apart vermeld, uitgedrukt zowel in dagen als in procenten. Er blijkt een duidelijk verschil tussen de drie stambuizen te bestaan. In stambuis 1546 (natter deel) staat het grondwater veel langer boven genoemde diepten dan in de stambuizen 1568 en 1519 (droger deel).

Een ander punt is of het ook mogelijk zal zijn om voor een willekeurige plek (b.v. een klokbus) de tijdsduur van ondiepe standen af te leiden uit de gegevens van een stambuis. Het lijkt ons mogelijk daarvoor gebruik te maken van de rechte regressielijn in een spreidingsdiagram. Men kan dan via die regressielijn bepalen welke diepte in de stambuis overeenkomt met 30 of met 40 cm diepte in die buis; daarna is voor de stambuis na te gaan hoe groot de tijdsduur is dat het grondwater boven die diepten staat en dat dan van toepassing achten voor 30 en 40 cm diepte ter plaatse van het meetpunt. Als voorbeeld van zo'n bewerking is afb. 18 gegeven.

	Stambuis				Klokbuisk							
					Natter deel			Droger deel				
GHG	1546	1568	1519		H	N	Kl	Ke	B	A	C	
	17	32	46		12	17	11	39	32	25	37	
Gemiddelde tijdsduur van ondiepe standen, berekend uit 360 standen in 15 jaar (afb. 17)	< 30 cm	26% (94d)	8% (29d)	5% (17d)								
	< 40 cm	41% (149d)	15% (53d)	8% (29d)								
Gemiddelde tijdsduur van ondiepe standen, via regressielijnen afgeleid uit stambuis 1546	< 30 cm				37% (133d)	28% (100d)	38% (138d)	4% (16d)	13% (47d)	15% (53d)	4% (14d)	
	< 40 cm				48% (171d)	40% (143d)	50% (189d)	12% (44d)	23% (83d)	25% (90d)	11% (40d)	
Gecorrigeerde GHG (periode 70-75) Tijdsduur ondiepe standen in de 4½ jaar van ons onderzoek; berekend uit de ruim 200 wekelijkse metingen			53	66								
	< 30 cm	15%	0,4%	0,4%	23%	19%	23%	4%	9%	8%	3%	
	< 40 cm	28%	1%	2%	30%	22%	30%	7%	14%	13%	8%	
	< 50 cm	40%	3%	4%	41%	30%	40%	11%	18%	22%	12%	
	< 60 cm	50%	7%	6%	45%	39%	47%	18%	24%	32%	20%	

Tabel 14. Totale tijdsduur van grondwaterstanden ondieper dan 30 cm en ondieper dan 40 cm in de stambuizen en in de klokbuizen.

Gegevens in de bovenste kolom zijn berekend uit standen vóór 1970, dus vóór de verlagingen in de stambuizen 1568 en 1519.

Gegevens in de middelste kolom zijn afgeleid uit stambuis 1546, daar het niveau van de grondwaterschommelingen in die stambuis niet verlaagd is.

In de onderste kolom zijn ter oriëntatie ook de diepte van 50 en 60 cm gegeven, gezien de lagere standen in de onderzoeksjaren t.g.v. de geringe neerslag.

Deze bewerking kon bij dit onderzoek alleen toegepast worden met gebruikmaking van stambuis 1546; de afleidingen daarvan voor de klokbuizen staan gegeven in tabel 14, uitgedrukt zowel in "dagen" als in "procenten". De stambuizen 1568 en 1519 zijn daarvoor niet gebruikt, daar in die stambuizen de hoge standen verlaagd zijn. Via een regressielijn zal nu daardoor lager op die stambuizen afgelezen worden en als gevolg daarvan zal het aantal standen wat zo wordt overgebracht te groot zijn.

Verder hebben we in die tabel opgenomen hoe lang gedurende de $4\frac{1}{2}$ jaar van ons onderzoek het grondwater boven genoemde diepten heeft gestaan; dit is alleen gegeven in procenten. In die jaren was de neerslag gemiddeld minder dan normaal, de percentage's liggen dan ook lager dan wanneer 15 jaar gemeten zou zijn. Ter oriëntatie is daarom als aanvulling gegeven de tijdsduur van de standen hoger dan 50 en dan 60 cm; het blijkt dat verschillende van die percentage's redelijk nauw overeenkomen met de gemiddelde percentage's voor 30 en 40 cm diepte, doch verdergaande conclusies zouden we daar op dit moment niet aan willen verbinden.

De verschillen in tijdsduur tussen "natter deel" en "droger deel" zijn opvallend groot. Het lijkt onsaannemelijk dat op basis daarvan een grens aangewezen zal kunnen worden, doch daaraan zal dan eerst meer onderzoek moeten worden gedaan.

We hebben tot dusver voor de dieptegrenzen steeds 30 of 40 cm gehanteerd. Het zal uit het verwerken van gegevens van meerdere stambuizen moeten blijken welke van deze dieptegrenzen, of eventueel welke andere dieptegrens, het beste als maat zal kunnen dienen. Tevens of voor zo'n maatverdeling het aangeven in "percentage's" of in "dagen" het meest geschikt zal zijn.

Een andere vraag is of men niet het GHG-verschil kan kiezen als basis voor een maat. Immers hoe natter een grond is, des te hoger zal ook de GHG zijn en daar komt nog bij dat de GHG inmiddels een ingeburgerd begrip is. In deze Int. Med. is dan ook reeds als orde van grootte een GHG-grens van 25 cm genoemd. We willen voor dat gebruik toch even wijzen op een paar bezwaren. Dat betreft de volgende punten: het overbrengen van de GHG van een stambuis, naar een willekeurig punt, het berekenen van de GHG voor stambuizen in lage gronden en het minder sterk stijgen van de GHG naarmate de tijdsduur van ondiepe standen groter wordt.

	Klokbuizen						
	Natter deel			Droger deel			
	H IIIa	N IIIa	Kl Va	Ke IIIb	B Vb	A IIIb	C Vb
Veldschatting GHG	15	15	10	40	25	30	40
GHG vastgesteld (zie tabel 11)	12	17	11	39	32	25	37
Spreiding in hoogte waarop GHG is bepaald bij de verschillende methodieken en vanuit de drie stam- buizen	+ 3/12	+ 1/17	+ 6/11	32/52	3/32	19/33	26/48
Spreiding totaal	15	18	17	20	29	14	22
Spreiding t.o.v. naar boven	$\frac{15}{0}$	$\frac{18}{0}$	$\frac{17}{0}$	$\frac{7}{13}$	$\frac{29}{0}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{11}{11}$
vastgestelde naar beneden GHG							

Tabel 15. Spreiding in hoogten van GHG-overbrenging in totaal in de tabellen 4 - 5 - 7 - 9 - 11.

	Klokbuizen						
	Natter deel			Droger deel			
	H IIIa	N IIIa	Kl Va	Ke IIIb	B Vb	A IIIb	C Vb
Veldschatting GLG	100	105	125	120	130	105	130
GLG vastgesteld (zie tabel 12)	112	117	107	127	131	112	129
Spreiding in hoogte waarop GLG is bepaald bij de verschillende methodieken en vanuit de drie stam- buizen	106/116	111/122	98/107	123/132	125/133	109/116	119/130
Spreiding totaal	10	11	9	9	8	7	11
Spreiding t.o.v. naar boven	$\frac{6}{4}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{9}{0}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{6}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{10}{1}$
vastgestelde naar beneden GLG							

Tabel 16. Spreiding in hoogten van GLG-overbrenging, in totaal in de tabellen 4 - 6 - 8 - 10 - 12

Gt 1) GHG 2)	Stambuizen			Klokbuizen							
	1546	1568	1519	Natter deel			Droger deel				
	IIIa	Vb	Vb	H	N	Kl	Ke	B	A	C	
	IIIa	Vb	Vb	IIIa	IIIa	Va	IIIb	Vb	IIIb	Vb	
	17	32	46	15	15	10	40	25	30	40	
<u>Periode 1970-'72</u>											
Tabel 4: karakteristieke standen	11	35	51	+ 3	1	+ 5	32	13	20	28	
Tabel 5: spreidingsdiagrammen	1546			11	14	3	51	32	27	34	
N = 30	1568	32		2	5	+ 6	43	23	19	26	
Uit stambuis:	1519		62	12	15	3	52	32	29	35	
<u>Periode 1970-'75</u>											
Tabel 7: spreidingsdiagrammen	1546	17		5	13	6	40	28	28	42	
N = 100	1568		53	+ 1	6	+ 1	36	20	23	38	
Uit stambuis:	1519		66	9	16	8	44	28	33	47	
Tabel 9: Idem, doch nu regressie- lijn uit de hand getrokken	1546	17		0	6	0	37	20	25	40	
Uit stambuis:	1568		53	+ 3	+ 1	+ 2	32	3	22	35	
	1519		66	0	0	3	40	23	30	48	
Tabel 11: HG3 (5 jaar) gecorrigeerd op neerslag	18	54	64	12	17	11	39	32	25	37	

Tabel 17. Overzicht van de verkregen GHG's voor de klokbuizen bij de verschillende toegepaste methoden

□ GHG van de stambuizen is veranderd

○ Vastgestelde GHG voor de klokbuizen

1) Gt zoals bekend bij de aanvang van het onderzoek

2) Stambuizen: GHG berekend over 15 jaar. Klokbuizen: GHG volgens veldschatting.

Wat het eerste punt betreft, in deze Int. Med. is gebleken dat in lage gronden de GHG-overbrenging vanuit stambuizen naar de klokbuizen minder nauwkeurig is dan de GLG-overbrenging, zie de samenvattende tabellen 15 en 16. Bij de GLG (tabel 16) ligt de spreiding per klokbus tussen 7 en 11 cm, waarbij de verkregen GLG-waarden 0 tot 10 cm kunnen afwijken van de uiteindelijk vastgestelde GLG. Voor de GHG (tabel 15) ligt de spreiding per klokbus tussen 14 en 29 cm, waarbij de verkregen GHG-waarden 0 tot 29 cm kunnen afwijken van de uiteindelijk vastgestelde waarde.

Zowel bij de GLG- als bij de GHG-overbrengingen is één van de oorzaken van die spreiding dat het verschil maakt vanuit welke stambuis de betreffende waarde is afgeleid. Deze invloed is bij de GHG groter dan bij de GLG en daarmee komen we aan het tweede punt, namelijk de GHG-berekening in lage gronden.

Voor het berekenen van de GHG wordt gebruik gemaakt van de hoge standen; in lage gronden betekent dat het gebruik maken van ondiepe standen (standen hoger dan 30 à 40 cm). De hoogte van ondiepe standen wordt door meer factoren beïnvloed dan de hoogte van dieper liggende standen. Genoemd kan worden : Hoogte bovenkant bus t.o.v. maaiveld (beneden of boven maaiveld, hoever beneden maaiveld); Kleine hoogteverschillen in het maaiveld (bij regen toestromen van water naar de plek van de bus dan wel wegstromen daarvan); Verschil in bergingsgrootte (bergingsgrootte boven maaiveld of beneden maaiveld, bergingsgrootte in A-materiaal of in C-materiaal); enz.

Hoe meer ondiepe standen voor de GHG-berekening gebruikt worden en ook hoe ondieper die standen zijn, des te groter is de kans dat één of meer van genoemde factoren van invloed is op de hoogte die voor de GHG berekend wordt. In Int. Med. 13 is dan ook gesproken over "Stelselmatige afwijking in GHG-berekening in lage gronden". Het gevolg daarvan is o.a. dat voor stambuizen in open zandgronden met Gt III of V zelden een GHG berekend wordt ondieper dan 10 cm; wordt evenwel voor die gronden de GHG afgeleid uit een stambuis dan wordt wel herhaaldelijk een ondiepere GHG aangegeven, zie tabel 17.

Als derde punt is genoemd dat bij sterk stijgen van tijdsduur ondiepe standen de GHG minder sterk in hoogte toeneemt. Zien we daarvoor naar afb. 17. Tussen stambuis 1519 (GHG 46 cm) en stambuis 1568 (GHG 32 cm) is het verschil in tijdsduur veel geringer

dan tussen stambuis 1568 en stambuis 1546 (GHG 17 cm), dit ondanks het feit dat in beide gevallen het verschil in GHG-hoogte ± 14 cm is. We hebben daarop voor nog enige stambuizen meer deze vergelijking gemaakt en dit verschijnsel kwam steeds naar voren.

Uit deze punten moge blijken dat, indien men een GHG-grens voor dit onderscheid gaat gebruiken, men zo'n grens nooit als exacte maat zal mogen hanteren.

11. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Bij dit hydrologisch onderzoek is de grondwaterhuishouding bestudeerd van het "natter deel" en "droger deel" van Gt III en V.

Het onderzoek is uitgevoerd in open dekzandgronden. Op 7 plaatsen is de schommeling in neerslag en in grondwaterstanden gemeten, zowel door continu-zelfregistrerende apparatuur (klokbuizen en pluviografen) als door wekelijkse opnamen. Van deze 7 punten liggen er 3 in het "natter deel" en 4 in "droger deel". Als referentie is wekelijks gemeten in 3 stambuizen waarin reeds 15 jaar metingen waren gedaan. Voornaamste doel was verschillen in grondwaterstanden, vooral in hoge grondwaterstanden, na te gaan tussen "natter deel" en "droger deel"; daartoe was het meten van standen rond de GHG in een natte winterperiode gewenst. Het onderzoek is begonnen in nov. 1970 en, nadat de natte herfst en winter van 1974-75 voorbij waren, afgesloten in maart 1975.

Deze Int. Med. is vooral gericht op de GHG- en de GLG- overbrengingen. Nagegaan is hoe met de methoden gegeven in stencil 4898 een controle op de veldschattingen van GHG en GLG kan worden uitgevoerd. Daar in totaal ruim $4\frac{1}{2}$ jaar wekelijks gemeten is, waren voor die bewerkingen meer dan 200 gemeten standen beschikbaar. Iedere vorm van GHG- en GLG-overbrenging is uitvoerig toegelicht. Bij dit onderzoek ging het in hoofdzaak om de GHG; daarom zijn de GHG's uit de tabellen 4, 5, 7, 9, en 11 samen nogmaals gegeven in tabel 17.

Bovenaan in tabel 17 staan de GHG's zoals die bekend waren toen het onderzoek is gestart; voor de stambuizen is dat de GHG berekend over 15 jaar, voor de klokbuizen de GHG-veldschatting. Onderaan staan de voor de klokbuizen uiteindelijk vastgestelde GHG's. Daartussen staan voor de klokbuizen de GHG's verkregen bij de andere bewerkingen.

Tabel 17 is onderverdeeld in periode 70-72 en periode 70-75. In de eerste periode is de methode m.b.v. karakteristieke standen toegepast en ook de methode m.b.v. spreidingsdiagrammen; voor laatstgenoemde konden op dat moment 30 waarnemingen uitgezet worden. In de tweede periode is de methode m.b.v. spreidingsdiagrammen herhaald, waarbij 100 waarnemingen konden worden uitgezet. Tevens is voor die periode een GHG-overbrenging via spreidingsdiagrammen gedaan waarbij inplaats van een rechte regressielijn een uit de hand getrokken lijn is gebruikt. Over die periode is

ook de HG3-methode toegepast.

In verband met opgetreden grondwaterstands dalingen moesten bij twee van de drie stambuizen de GHG's gecorrigeerd worden; deze correcties hebben plaats gevonden afzonderlijk voor de perioden 70-72 en 70-75; in tabel 17 zijn de gecorrigeerde GHG's omlijnd weergegeven.

Aan de hand van tabel 17 zullen we iets opmerken over de verschillende methoden en daaruit conclusies trekken.

HG3-methode

Bij de stambuizen blijkt dat met deze methode de geldende GHG op 1 à 2 cm nauwkeurig is benaderd; voor de klokbuizen mag dan ook een even nauwkeurige benadering aangenomen worden. Dat betekent dat voor de klokbuizen daarmee de GHG op 1 à 2 cm nauwkeurig is vastgesteld. Uit deze GHG-vaststelling komt naar voren dat:

- de GHG voor de klokbuizen in het "natter deel" ligt tussen 10 en 20 cm.
- de GHG voor de klokbuizen van het "droger deel" ligt tussen 25 en 40 cm.
- een GHG-grens van 25 cm tussen "natter deel - droger deel" een redelijke benadering is, die evenwel niet exact gehanteerd moet worden.
- aan geen der klokbuizen Gt IV of Gt VI is toe te kennen.

Veldschattingen

De veldschattingen voor de GHG staan geheel bovenaan in tabel 17. Het blijkt dat deze slechts 1 tot 7 cm afwijken van de uiteindelijk vastgestelde GHG. Voor de Gt-karteringen is dit een waardevol gegeven, daar veldschattingen de basis vormen voor iedere Gt-kaart.

Methode m.b.v. karakteristieke standen

Bij deze methode kan opgemerkt worden dat:

- duidelijk het verschil tussen "natter deel" en "droger deel" naar voren komt
- de resultaten een goede ondersteuning geven aan de veldschattingen
- de standen 5 tot 19 cm afwijken van de uiteindelijk vastgestelde GHG's.

Methode m.b.v. spreidingsdiagrammen

Er staan in tabel 17 negen regels met cijfers voor de GHG, zoals die verkregen werden volgens de methode m.b.v. spreidingsdiagrammen; deze methode is drie keer toegepast, waarbij telkens vanuit de drie stambuizen verschillende GHG-waarden werden verkregen. Het blijkt uit die overbrengingen dat:

- het GHG-verschil tussen "natter deel" en "droger deel" bij iedere bewerking duidelijk naar voren komt.
- er vanuit de drie stambuizen per klokbus steeds drie verschillende GHG's verkregen worden die 10 à 15 cm van elkaar kunnen verschillen; dit ondanks het groot aantal waarnemingen en ondanks de zeer nauwe correlatie tussen iedere klokbus met elke stambuis.
- er bij het "natter deel" steeds een aantal GHG's zijn bepaald die boven maaiveld zouden liggen.
- de verkregen GHG's 0 tot 29 cm afwijken van de uiteindelijk vastgesteld GHG's.
- de bij de verschillende bewerkingen verkregen cijfers voor de GHG als regel een goede ondersteuning geven aan, doch niet nauwkeuriger zijn dan de veldschattingen.

Waarde van dit onderzoek voor Gt-karteringen

Voor het karteren van grondwatertrappen kunnen uit dit onderzoek de volgende conclusies worden getrokken:

- dat het onderscheid "natter deel - droger deel" wordt ondersteund door gemeten verschillen in hoge grondwaterstanden.
- dat een GHG-grens van 25 cm voor het onderscheid "natter deel - droger deel" bij benadering een maat zou kunnen zijn.
- dat de GHG door veldschattingen redelijk is te benaderen.
- dat zowel het meten van karakteristieke standen als het overbrengen van de GHG m.b.v. spreidingsdiagrammen waardevolle hulpmiddelen zijn voor de ondersteuning van de veldschattingen; ze behoeven echter niet nauwkeuriger geacht te worden.
- dat het gebruik van een of twee stambuizen niet voldoende is voor een goede referentie.
- dat men bij het kiezen en gebruiken van stambuizen als referentiepunten zeer kritisch dient te zijn.

LITERATUUR

- | | | |
|--|------|--|
| Colenbrander, Ir. H.J.
en Ir. Ph.Th. Stol | 1970 | Neerslag en neerslagverdeling naar
plaats en tijd.
Hydrologisch onderzoek in het
Leerinkbeekgebied. Comm. ter bestu-
dering van de waterbehoefte van de
Gelderse landbouwgronden, werkgroep I.
Prov. Gelderland. |
| Domhof, J. | 1970 | Vorstvrije opstelling van continu
registrerende regenmeters.
Cultuurtechnisch Tijdschrift.
Jaargang 10, par. 138-141. |
| Ebbers, G en C. Hamming | 1973 | Hydrologisch Onderzoek Ruurlo,
Opzet en voorlopige resultaten van het
onderzoek in zandgronden naar het
"natter deel" en het "droger deel"
van de Gt's III en V.
Interne Mededeling 13. Stichting
voor Bodemkartering. |
| Hamming, C | 1971 | De bodemgesteldheid van het ruilver-
kavelingsgebied Ruurlo.
Rapp. nr. 794.
Stichting voor Bodemkartering. |
| Heesen, H.C. van | 1971 | De weergave van het grondwaterstands-
verloop op bodemkaarten.
Boor en Spade 17.
Stichting voor Bodemkartering. |
| Afd. Hydrologie | 1971 | Grondwatertrappen bij de 1 : 50 000
kartering. Stencil 4898.
Stichting voor Bodemkartering. |
| Riele, W.J.M. te e.a. | 1975 | Bodemkundig-Hydrologisch onderzoek
rondom het pompstation Lichtenvoorde.
Rapp. nr. 1128.
Stichting voor Bodemkartering. |

Sluijs, P. van der

1970 Moet de Gt-legenda veranderd?

Stencil 4853.

Stichting voor Bodemkartering.

VERSCHEENEN INTERNE MEDEDELINGEN

1. T. Vis (1971): Een inventariserend onderzoek naar de gebruiksmogelijkheden van verschillende gronden voor de aanleg van kampeerterreinen.
2. C. Hoekstra (1971): Voorstel tot wijziging van de indeling van de macrostructuren.
3. G.J.W. Westerveld en J.A. v.d. Hurk (1971): Verslag van een bodemkundige studiereis naar het Bundesland Nordrhein-Westfalen.
4. G.A. van Soesbergen en Th.C. Vos (1971): Een penetrograaf voor toegepast bodemkundig onderzoek.
5. H.C. van Heesen, P. van der Sluijs en A.J. Krabbenborg (1972): Vochtleverantie door zandgronden.
6. T. Vis en H.G.M. Geenen (1972): Plasvorming op kampeerterreinen en geschiktheid van de bodem voor intensief recreatief gebruik.
7. J.M. Schrijver (1972): Tekenmaterialen en -apparatuur.
8. A.J. Krabbenborg (1973): Standaard pF-curven van fijnzandige zandgronden.
9. A. Reijmerink (1973): Verslag van een bodemkundige studiereis naar Braunschweig-Völkenrode, Hannover-Buchholz en Emden-Riepe.
10. P. van der Sluijs (1973): Vochtleverantie en beworteling van de grond.
11. J.G. Vrielink (1973): Vegetatiekartering ten behoeve van de bodemgeschiktheidsbeoordeling voor houtsoorten.
12. L.A.H. de Smet (1973): Bodemgesteldheid, vruchtwisseling en bodemziekten.
13. G. Ebbers en C. Hamming (1973): Hydrologisch onderzoek Ruurlo, deel I.
14. L.A.H. de Smet (1973): Bodemgesteldheid actuele en potentiële bodemgeschiktheid voor akkerbouw van de veenkoloniën.
15. W.J.M. te Riele (1973): Werkwijze bij het drainage vooronderzoek in ruilverkavelingsgebieden.
16. L.A.H. de Smet (1973): Bodemverdichting en de invloed hiervan op de plantengroei.
17. G. Ebbers en C. Hamming (1978): Hydrologisch onderzoek Ruurlo. De GHG's en GLG's van "natte deel" en "droge deel" bij de Gt's III en V in open zandgronden.
18. W.J.M. v.d. Voort (1973): Literatuurstudie over kalkverlopen in rivierklei.
19. A.A. de Veer (1973): Landschapskartering in het kader van opdrachtprojecten.
20. C. v. Wallenburg en P. v.d. Sluijs (1973): Indringingsweerstand, grondwaterstand en dichtheid van de bovengrond van grasland op veengronden en eerdgronden in Noord Holland.
21. Th. v. Egmond (1973): Vegetatie en draagkracht van grasland op veengronden en eerdgronden in Noord Holland.
22. B.H. Steeghs (1973): Bossen en parken.

23. W.J.M. van der Voort (1973): "Tiel" en "Gorkum" in het Land van Maas en Waal (Een onderzoek bij Ewijk en Deest).
24. H.C. van Heesen, P. van der Sluijs en A.J. Krabbenborg: Het bergend vermogen van zandgronden.
25. Interne Studiegroep "Grassportvelden". De bodemopbouw in verband met aanleg en onderhoud van grassportvelden.
26. H. van het Loo (1974): Grafieken ter bepaling van de hoeveelheid koolzure kalk en fosfaat bij de voorraadbemesting.
27. J.A. Gast (1974): Een rapportage-systeem volgens de U.S. Soil Survey. Een rapportage-systeem voor bodemgesteldheidskarteringen en bodemgeschiktheidsbepalingen t.b.v. planologische ontwikkelingen volgens de opzet van de U.S. Soil Survey (Soil Conservation Service, U.S. Department of Agriculture).
28. J.A. Gast (1974): Een rapport-vorm volgens de U.S. Soil Survey. Rapport Helmond - nieuwe opzet.
29. H.C. van Heesen en P. van der Sluijs (1974): De vochtleverantie van een grond aan het gewas.
30. W.J.M. van der Voort (1974): De bodemkundige variatie binnen twee enkelvoudige kaarteenheden (Rn44C en Rd90A op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 50 000).
31. D. Daniëls en L.A.H. de Smet (1974): Bodemverdichtingen en cultuurtechnische ingrepen op een lichte zavelgrond.
32. P. van der Sluijs (1975) : Vochttransport in verticale richting met constante snelheid.
33. K. de Kreijl (1975): Anthropogene verdichtingen bij enkeerd-, moderpodzol- en vorstvaaggronden.
34. H. van het Loo (1975): Berekening en aflezing met behulp van een nomogram van zakking volgens de formule van Terzaghi.
35. J.F. Bannink (1975): Determinatietabel voor de vegetatietypen in naalddhoutbossen, loofhoutbossen en gemengde bossen en een praktische indeling van heidevegetaties.
36. H.L. Kanters (1975): Gegevens over pH-KCl waarden van zandgronden in Zuid-Nederland.
37. I. Ovaa, m.m.v. C.v.Wallenburg (1976): De vergraven gronden in Zeeland. Deel 1 - Onderzoek naar de karteerbaarheid van bodemgesteldheid en grondwatertrap.
38. G.A.Vos (1976): Opname van grondwaterstanden t.b.v. de kartering en documentatie van grondwatertrappen op kaartblad 19 Oost - Alkmaar.
39. D.A. Eilander (1976): Systematische kaartcontrole.
40. Mevr. A.M. Huygen-van Os m.m.v. Drs.Ir. F.F. Abell (1976): Lijst van Amerikaanse publikaties, kaarten, folders, enz. op het gebied van bodem, water, toepassingen van bodemkaarten, landbouwonderwijs en voorlichting. Periode 1934-1975.
41. J. de Buck (1976): De perceelsbreedte in veengebieden in relatie met de grondwaterstand en de stevigheid van de bovengrond.

42. J.G.C. van Dam (1977): Een beperkt literatuuronderzoek naar bepalingwijzen van het droog volumegewicht, naar de invloed van verschillende factoren op het droog volumegewicht en naar de invloed van het droog volumegewicht op fysische eigenschappen van de grond, de bewortelingsmogelijkheden en opbrengst van gewassen.
43. F.J. Stuurman (1977): Comparison between the soil map and the description of gradients in the soil and vegetation.
44. J.C. Pape (1977): Interpretation of soil maps for ecological purposes.
45. J.C. Pape (1977): Nederland "Manmade". Voordracht voor het Seminar Milieukunde van de afdeling Onderwijs van het Nederlands Instituut voor Praeventieve Geneeskunde T.N.O.
46. I. Ovaa (1977): De Vergraven Gronden in Zeeland. Deel II. Onderzoek naar de bouwvoorslemp, gewasontwikkeling en enkele fysische en chemische aspecten van de grond.
47. L.A.H. de Smet (1977): Het 89e V.D.L.U.F.A.-congres in Aken (Dld.) van 19 tot 24 september 1977. Verslag van bijgewoonde voordrachten over bodemkundig-, plantenteeltkundig- en bemestingsonderzoek.
48. A. Reijmerink en G.A. van Soesbergen (1977). Bewortelings-, grondbewerkings- en bodemkundig onderzoek bij enkele instituten van de Georg-August Universiteit te Göttingen.
Verslag van een studiereis van 23 - 28 mei 1977.